

PF 030185 USPAV (JP2002278513)

[19] JAPAN PATENT OFFICE (JP)

[12] KOKKAI TOKKYO KOHO (A)

[11] Publication number: 2002 – 278513

[43] Date of publication of application: 2002.9.27

[51] Int.Cl.<sup>7</sup>

G 09 G 3/30

3/20

Claims: 4, Sheets: 12

[54] Title of the invention: Electro-optical device

[21] Application number: 2001 – 79599 (P2001 – 79599)

[22] Date of filing: 2001.3.19

[72] Inventor: KABE Masaaki, NUMAO Koji, ITO Nobuyuki,  
MUKAIDONO Mitsuhiro

[71] Applicant: Sharp KK

[Claims]

1. In an electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner, scanning lines giving scanning voltage and data lines giving data voltage to the mentioned above active elements are arranged so that pass near the mentioned above active elements and cross each other, further, a plurality of current-supplying wires is arranged to supply currents via the mentioned above active elements to the mentioned above electro-optical elements and a current measuring element is provided for each current supplying wire to measure current,

An electro-optical device, characterized by that:

Current values flowing in a plurality of electro-optical elements connected to current supplying wires in which current measuring elements are arranged, are to be measured by each current measuring element;

A step, at which a scanning voltage is given to one scanning

DOCKET # PF030185

CITED BY APPLICANT

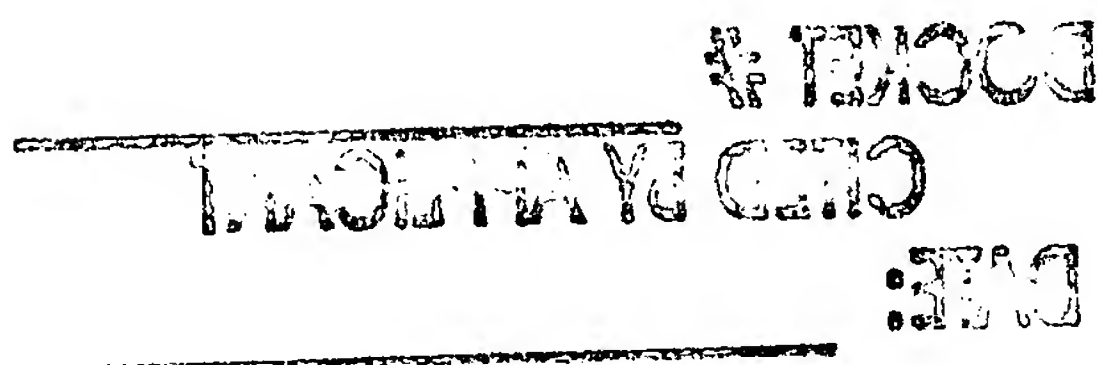
DATE: \_\_\_\_\_

line, prescribed data voltages are supplied to each data line and current values flowing in the mentioned above electro-optical elements are measured by the mentioned above current measuring elements, and a step at which data signals, which make the mentioned above electro-optical elements in a zero gradation, are supplied to each data line in synchronism with the scanning voltage, are conducted for each scanning line, and basing on obtained current measurement values the data voltage to be given to each active element is corrected so that currents flowing in each electro-optical element become equal.

2. The electro-optical device according to claim 2, characterized by that luminance values of the above electro-optical elements in direction of crossing with the above current supplying wires are measured, and basing on the obtained luminance measurement values and the above current measurement values, data voltage given to the above active elements is corrected so that luminance of all electro-optical elements become equal.
3. In the electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner, scanning lines giving scanning voltage and data lines giving data voltage to the mentioned above active elements are arranged so that pass near the mentioned above active elements and cross each other, further, a plurality of current-supplying wires is arranged to supply current via the mentioned above active elements to the mentioned above electro-optical elements and one current measuring element is provided for measuring current of the mentioned above current supplying wires,

The electro-optical device, characterized by that:

Current values flowing in a plurality of electro-optical elements are to be measured by the mentioned above current measuring elements,



A step at which a scanning voltage is given several times to one scanning line, different prescribed data voltages are supplied to one data line in synchronism with scanning voltage each time, data signals which make the mentioned above electro-optical elements in a zero gradation are supplied to other data lines, and current values flowing in the mentioned above electro-optical elements are measured by the mentioned above current measuring elements, is conducted for each scanning line, and basing on the obtained current measurement values data voltages given to each active element is corrected so that currents flowing in each electro-optical element become equal.

4. In the electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner, scanning lines giving a scanning voltage and data lines giving data voltage to the mentioned above active elements are arranged so that pass near the mentioned above active elements and cross each other, further, a plurality of current supplying wires is arranged to supply current via the mentioned above active elements to the mentioned above electro-optical elements, and one current measuring element is provided for measuring current of the mentioned above current supplying wires,

The electro-optical device, characterized by that:

Current values flowing in a plurality of electro-optical elements are to be measured by the mentioned above current measuring elements,

By giving a scanning voltage to one scanning line, supplying prescribed data voltage to each data line and scanning in order the above TFT elements provided for each current supplying wire, a step at which current values flowing in the mentioned above electro-optical elements are measured in order by the mentioned above current measuring elements, is conducted for each scanning line, and basing on the obtained

current measurement values data voltage given to each active element is corrected so that currents flowing in each electro-optical element become equal.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Field of the invention] The present invention relates to an electro-optical device in which organic EL elements or the like electro-optical elements are used.

[0002]

[Prior art] Since an organic EL element is a spontaneous optical element which glows itself without other light source, in case when it is used in a display it is possible to obtain a thin display in which outperforming liquid crystal, a wide angle of view at high contrast is obtained.

[0003] Fig.1 is a schematic sectional view showing a structure of usual organic EL element. Here, on a substrate an anode 2, hole injection layer 3, hole transport layer 4, luminous layer 5, electron transport layer 6 and cathode 7 are placed in layers in order. Then, by supplying d. c. voltage to the both electrodes 2, 7 holes from anode 2 and electrons from cathode 7 are injected. It is a principle that luminance of organic EL elements is obtained in process when due to these two recombination, singlet excitation state of luminance molecules is created, and when singlet excitation state luminance molecules return to normal state they emit light outside.

[0004] Characteristics of usual organic EL elements are shown in Fig.2 (a) – 2 (c). Fig.2 (a) represents relation between applied voltage and luminance, Fig.2 (b) represents relation between applied voltage and current, and Fig.2 (c) represents relation between applied voltage and luminous efficiency. When it becomes more than certain value voltage, luminance slowly increases, and current density also increases slowly when it becomes more than certain value voltage. And then, luminance efficiency achieves its maximum value at certain voltage.

[0005] Recently, display of a simple matrix constitution and active matrix constitution in which organic EL elements are used is developed extensively.

[0006] In Fig.3, a circuit constitution of usual simple matrix display is shown. Here, organic EL elements are arranged in a matrix manner, scanning lines connected to a scanning driver and data lines connected to a data driver cross each other (in this case at right angle). Scanning lines are connected to cathode of organic EL elements, and data lines are connected to anode of organic EL elements.

[0007] In display of a simple matrix constitution organic EL elements connected to it glow only during a period when each scanning line is selected. Therefore, when a quantity of scanning lines increases and duty ratio rises, a period of selecting each scanning line decreases, and a period of glowing of each pixel becomes short. As a result, it causes decrease of luminance of display. If increase voltage applied to organic EL elements and increase luminance in order to avoid this, increase of energy consumption is caused since usually luminance efficiency the more decreases the more voltage becomes high.

[0008]

In Fig.4, a circuit constitution of a usual active matrix constitution display is shown. Here, organic EL elements and active elements controlling them are arranged in a matrix manner. As shown in Fig.5, two kinds as switching TFT, which are n-channel TFT and driving TFT, which are p-channel TFT are necessary for active elements. Then, scanning lines which apply a scanning voltage (a signal opening gate) and data lines, which apply data voltage (data signal) to the active elements, cross each other (in this example at a right angle) and are connected to scanning driver and data driver correspondingly. Further, current-supplying wires for supplying current via active elements to organic EL elements are provided parallel to data lines.



[0009] In this active matrix constitution display, a gate signal of switching TFT is inputted from a scanning line and in synchronism with it a charge of quantity corresponding to a data signal from a data line is inputted to a capacitor. Corresponding to a charge quantity accumulated in the capacitor resistance value during source drain of driving TFT is decided, current is supplied from a current-supplying wire to organic EL element and organic EL element glows. Then, even after switching TFT is closed, since current is supplied from a current-supplying wire to organic EL element through driving TFT, it becomes possible that organic EL element glows till the next scanning. Therefore, even if duty ratio rises, it does not cause display luminance decrease and since driving is possible at low voltages, low energy consumption becomes possible. Further, in case of this constitution resistance value during source drain corresponding to a data signal from a data line is decided, and since current quantity supplied to organic EL element is decided on the basis of it, luminance corresponding to a data signal is obtained and it is possible to perform gradation indication.

[0010] Thus, since at a display of active matrix constitution it is possible to plan low energy consumption in comparison with a simple matrix constitution, it is desirable. However, due to deviation in driving TFT characteristics there is a weak point at an active matrix constitution that current quantity flowing in organic EL elements differs in each pixel, and unevenness in luminance occurs.

[0011] To avoid this, for example, at disclosure No. 11-282420 preliminarily indication data is inputted to EL indication panel, all screen is lighting and luminance of each pixel is measured at that time; average of measured value is calculated, the difference is calculated further, and this difference is stored in corrected information memory as corrected value. Further, this corrected value is added to indication data (data signal) by an adder and inputted to EL indication panel, due to which

indication deviation is corrected. Basing on this, it is possible to correct unevenness in luminance of EL elements due to deviation in TFT characteristics.

[0012] Further, there is a problem that organic EL elements degenerate with glowing time and glowing luminance decreases. Since usually glow frequency differs with each pixel, pixels with high glow frequency gradually darken, and pixels with low glow frequency do not change, due to which unevenness in luminance occurs.

[0013] To avoid this, for example, at disclosure No.10-254410 during driving each organic EL element at prescribed voltage value the currents flowing in organic EL elements are measured and stored in the memory. Further, basing on the current values data signals are calculated, and glowing time during one frame period is decided. Basing on it, it is possible to correct unevenness in luminance due to degradation of organic EL elements.

[0014] Further, at disclosure No.2000-187467 current detecting means for detecting currents flowing in each pixel of organic EL elements during glowing is provided, and glowing time or glow currents of pixels is controlled in correspondence with detected current. Basing on it, it is possible to detect changes in luminance due to deviation and degradation of elements and to perform good gradation control.

[0015]

[Problems to be solved by the invention]

In case of a simple matrix constitution due to the above driving way, it is glowing in order with every pixel on each scanning line, and current does not flow in each organic EL element on a scanning line where scanning is finished and there is no glowing. Therefore, as it is described in disclosure No.2000-187467, if current measuring element is provided for each data line, it is possible to detect current flowing in each organic EL element.

[0016] However, formerly it was not possible to use this

technique in active matrix constitution. The reason is that after scanning switching TFT is finished, currents are provided to organic EL elements through driving TFT, due to which the sum total of currents flowing in all organic EL elements connected to current-supplying wires is measured in case when current measuring elements are provided for each current-supplying wire.

[0017] Therefore, in case when currents flowing in organic EL elements of each pixel are to be measured, as described in disclosure No.10-254410 it is necessary to arrange current measuring elements for each pixel. However, if arrange current measuring elements for each pixel, it causes lowering of efficiency, and circuit constitution of each pixel becomes complex. Furthermore, since there is deviation in characteristics of current measuring elements themselves of each pixel, correct current detection is not possible.

[0018] The present invention is proposed to solve the above-mentioned problems; and it is therefore an object of the present invention to provide an electro-optical device which allows to measure the currents flowing in organic EL elements or non-organic EL elements or the like electro-optical elements without providing current measuring elements for each pixel in active matrix constitution, and allows to correct unevenness in luminance due to deviation in TFT characteristics.

[0019]

[Means for solving problems]

In an electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner, and at the same time scanning lines giving scanning voltage and data lines giving data voltage to the mentioned above active elements are arranged to pass near the mentioned above active elements and cross each other; further, a plurality of current-supplying wires is arranged to supply currents via the mentioned above active elements to the mentioned above



electro-optical elements and a current measuring element is provided for measuring current for each current-supplying wire,

A step, at which currents flowing in plural electro-optical elements connected to current-supplying wires in which current measuring elements are arranged, are measured by each current measuring element, a scanning voltage is given to one scanning line, prescribed data voltages are supplied to data lines in synchronism with the scanning voltage and current values that flow in the mentioned above electro-optical elements are measured by the mentioned above current measuring elements, and a step, at which the scanning voltage is given to the same scanning line and data signals, which make the mentioned above electro-optical elements in a zero gradation, are supplied to data lines in synchronism with the scanning voltage, are conducted for each scanning line, and on the basis of the obtained current measurement values the data voltage to be given to each active element so that currents flowing in all electro-optical elements become equal.

[0020] According to the above constitution, as shown in embodiment 1, at constitution in which current measuring elements are provided for each current-supplying wire, it is possible to measure current values flowing in all electro-optical elements and to correct the data voltage (data signal).

[0021] Further, luminance values of the above electro-optical elements are measured in the direction of crossing the mentioned above current-supplying wires and basing on the obtained luminance measurement values and the above current measurement values the data voltage given to the above active elements can be corrected in order to make equal luminance of each electro-optical element.

[0022] According to the above constitution, as shown in embodiment 2, it is possible to avoid unevenness in luminance of electro-optical elements even if there is deviation in electro-optical elements themselves.

[0023] In the electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner and at the same time scanning lines giving the scanning voltage and data lines giving the data voltage to the mentioned above active elements are arranged to pass near the mentioned above active elements and cross each other; further, a plurality of current-supplying wires for supplying currents via the mentioned above active elements to the mentioned above electro-optical elements is arranged,

a step at which current values flowing in plural electro-optical elements are to be measured by the mentioned above current measuring elements, a scanning voltage is given several times to one scanning line, prescribed data voltages are supplied to one data line which respectively differs, in synchronism with the scanning voltage each time, and data signals, which make electro-optical elements in a zero gradation are supplied to other data lines and current values that flow in the mentioned above electro-optical elements, are measured by the mentioned above current measuring elements, is conducted for each scanning line, and basing on the obtained current measurement value data, voltage given to each active element is corrected so that currents flowing in all electro-optical elements become equal.

[0024] According to the above constitution, as shown in embodiment 3, it is possible to correct data voltage (data signal) measuring current values flowing in all electro-optical elements by one current measuring element.

[0025] In the electro-optical device, in which active elements and electro-optical elements controlled by the mentioned above active elements are arranged on a substrate in a matrix manner, and at the same time scanning lines giving the scanning voltage and data lines giving the data voltage to the mentioned above active elements are arranged to pass near the mentioned above active elements and cross each other; further,

a plurality of current-supplying wires for supplying current via the mentioned above active elements to the mentioned above electro-optical elements is arranged and one current measuring element is provided for measuring currents of the mentioned above current supplying wires,

TFT elements are provided in the substrate edge from the mentioned above electro-optical elements for each current supplying wire, current values flowing in plurality of electro-optical elements are to be measured by the mentioned above current measuring elements, the scanning voltage is given to one scanning line, alongside with it prescribed data voltages are supplied to each data line, and the mentioned above TFT elements provided for each current supplying wire are scanned in order, on the basis of which a step measuring in order current values flowing in the mentioned above electro-optical elements with the mentioned above current measuring elements is conducted respectively each scanning line, and basing on the obtained current measurement value the data voltage given to each active element is corrected so that currents flowing in all electro-optical elements become equal.

[0026] According to the above constitution, as shown in embodiment 4, it is possible to correct a data voltage (data signal) measuring current values flowing in all electro-optical elements by one current measuring element.

[0027]

[Embodiments] Further, embodiments according to the present invention are now described with reference to the accompanying drawings.

[0028] (Embodiment 1) Fig.6 is a circuit diagram for describing constitution of an organic EL panel, which is an embodiment of an electro-optical device according to present invention. In this organic EL panel, active elements and organic EL elements controlled by them are arranged on a substrate in a matrix manner. An organic EL element, as shown in Fig. 1, is formed

so that anode 2, hole injection layer 3, hole transport layer 4, luminous layer 5, electron transport layer 6 and cathode 7 are placed in layers on a substrate 1. Further, an active element, as shown in Fig.5, is formed of a switching TFT, driving TFT and capacitor. Further, scanning lines giving a scanning voltage and data lines giving a data voltage to active elements are arranged to pass near active elements and cross each other. Scanning lines are connected to a scanning driver, and data lines are connected to a data driver. Furthermore, a plurality of current supplying wires is arranged to supply currents to the electro-optical elements via active elements.

[0029] Further, in this embodiment, current measuring elements are provided for measuring current for each current supplying wire. It is possible to use as a current measuring element constitution shown in Fig.18. A memory element for storing current measurement results is connected to a current measuring element, and a memory element via calculating element is connected to a data driver.

[0030] A method of correcting unevenness in luminance of organic EL elements due to deviation in TFT characteristics in an organic EL panel constituted in such way is now described. First, a method of measuring current values flowing in each organic EL element is now described. First, a scanning voltage is given to the first scanning line and switching TFT gate on the first scanning line opens. Prescribed data voltage (for example, a voltage for realizing current corresponding to a case when luminance is shared equally in current luminance characteristics) passes each data line and enters in synchronism with the scanning voltage. Due to it responding to charge quantity stored in the capacitor driving TFT gate opens and current flows from current supplying lines to organic EL elements on the first scanning line. A gate voltage of driving TFT at that time is practically equal to the data voltage, and current corresponding to it flows to organic EL elements. Current quantity flowing to each organic EL element at that

time is measured by current measuring elements, and measurement results are stored in memory elements. Further, a scanning voltage is given to the first scanning line once more to open switching TFT gate on the first scanning line. In synchronism with it, the data voltage, which makes organic EL elements in a zero gradation, passes each data line and enters. Basing on it, current flows to organic EL elements on the first scanning line.

[0031] Other scanning is conducted also for other scanning lines in order. Based on it, it is possible to measure all currents flowing in each organic EL element.

[0032] For example, current quantity flowing in each organic EL element on the first data line (organic EL 1, 1, organic EL 1, 2, ... organic EL 1, n), is measured by current measuring element 1. If take  $\log(I)$  ( $I$  is current quantity) on a vertical axis, this current quantity has deviation as shown in Fig. 7. This is deviation due to deviation in driving TFT characteristics. If current quantity flowing in each organic EL element differs in such way, the obtained luminance also differs and unevenness in luminance occurs.

[0033] Further, a method of obtaining uniform luminance correcting deviation in current values is now described. Connections between gate voltage:  $V_{gate}$  and flowing current value:  $\log(I)$  in usual TFT will be as shown in Fig. 8. In this Fig., a leaning part -

[0034]

[Number 1]

$$\log(I) = a V_{gate} + b \text{ (a is leaning, b is segment) } \dots (1)$$

[0035] can be defined by a straight line expressed with the above.

[0036] If characteristics of TFT elements differ, difference in characteristics occurs as shown in Fig.9. Therefore, even if input the same gate voltage, deviation in flowing current values will occur. However, regarding  $a$  in the above formula (1) in each TFT, practically there is no change. Further, in a circuit



constitution shown in Fig.6 gate voltage is practically equal to a data signal (data voltage).

[0037] Here, in order to simplify description, only current values (Fig.7) flowing in three organic EL elements as organic EL (1, 1), organic EL (1, 2) and organic EL (1, 3) in Fig.6 will be taken in consideration and a method of correcting luminance based on it will be considered. They are current values flowing when the same data voltage, specifically, the same gate voltage (hereinafter simply called  $V_c$ ) is given to a driving TFT and are taken as  $\log(I_1)$ ,  $\log(I_2)$  and  $\log(I_3)$  respectively. If plot it in graph as quadrature axis: gate voltage ( $V_{gate}$ ), vertical axis: current quantity ( $\log(I)$ ), it will be the same as shown in Fig.10. Since it is shared as shown in Fig.8, TFT current characteristics will be the same as shown in Fig.11 if it passes every point in Fig. 10. A straight line of a leaning part at that time,

[0038]

[Number 2]

At organic EL (1,1),  $\log(I) = a V_{gate} + (\log(I_1) - a V_c) \dots (2)$

At organic EL (1,2),  $\log(I) = a V_{gate} + (\log(I_2) - a V_c) \dots (3)$

At organic EL (1,3),  $\log(I) = a V_{gate} + (\log(I_3) - a V_c) \dots (4),$

[0039] will be expressed as above.

[0040] Here, as shown in Fig.7, if decide reference current value as current flowing in organic EL (1,2) and determine from the above formula (2) and the above formula (4) a gate voltage, at which a current value the same as in organic EL (1,2) flows also in organic EL (1,1) and organic EL (1,3),

[0041]

[Number 3]

At organic EL (1,1),

$$\log(I_2) - \log(I_1) + a V_c$$

a

At organic EL (1,3),

$$\log(I_2) - \log(I_3) + a V_c$$

A

[0042] will be as above. If this gate voltage is inputted to driving

TFT of organic EL (1,1) and organic EL (1,3) respectively, current the same as in organic EL (1,2) will flow and uniform luminance will be obtained. Since deviation between elements is small, it is possible to measure in advance a by one of TFT.

[0043] In case when in such way the same data voltage (gate voltage) is given to driving TFT, even in cases when flowing current values differ, it is possible to obtain uniform luminance making flow the same current in organic EL elements, based on correcting data voltage basing on simple calculations.

[0044] In order to correct other data voltages (gate voltage of driving TFT), it is possible to conduct again the above current measuring and it is possible to determine from calculations using the above formula (2) ~ the above formula (4). Thus, current flowing during gate voltage  $V_c'$  in organic EL (1,2),

[0045]

[Number 4]

$$a V_c' + (\log(I_2) - a V_c)$$

[0046] is expressed by the above. If determine from the above formula (1) and the above formula (3) a gate voltage in organic EL (1,1) and organic EL (1,3), at which current value the same as in organic EL (1,2) flows,

[0047]

[Number 5]

At organic EL (1,1),

$$\frac{\log(I_2) - \log(I_1) + a V_c}{a}$$

At organic EL (1,3)

$$\frac{\log(I_2) - \log(I_3) + a V_c}{a}$$

[0048] will be as above. If input the gate voltage to driving TFT of organic EL (1,1) and organic EL (1,3) respectively, current the same as in organic EL (1,2) will flow and uniform luminance

will be obtained. If conduct current measuring at certain data voltage for a moment, it is possible to conduct corrections also for other data voltages basing on this current value.

[0049] It is possible to decide with simple calculations a data voltage (gate voltage of driving TFT) at which the same current flows for other organic EL elements on the first scanning line and for organic EL elements on other scanning lines, and it is possible to obtain uniform luminance, based on it.

[0050] Current measurement results obtained by the above current measuring elements are stored by memory elements storing the results shown in Fig. 6, correction of data signal is conducted by calculating elements and corrected data signal is sent to a data driver. It is possible to conduct uniform gradation indication basing on the above process. Users themselves can conduct the above correction of luminance before or during using.

[0051] (Embodiment 2) In the above embodiment 1, correction of luminance of organic EL elements in a direction along data line is conducted by current values measured with each current measuring element. Therefore, in cases when there is no deviation in each current measuring element itself it is possible to obtain uniform luminance in all organic EL according to the method described in embodiment 1.

[0052] However, in cases when current measuring elements are incorporated in the substrate, there is deviation in characteristics in current measuring elements themselves and there is danger that deviation occurs in measurement itself. In this case, if even correct the data voltage as in embodiment 1, luminance of organic EL elements differs in a direction along scanning lines (direction crossing current supplying lines). Thus, if even input data voltage to make the same luminance, luminance differs in organic EL (1,1), organic EL (2,1), ...organic EL (m, 1).

[0053] To correct deviation in characteristics of current measuring elements themselves, after conducting correction

like in embodiment 1 and inputting corrected prescribed data voltage luminance measurement of pixels is conducted for a direction along scanning lines, as shown in Fig.12. A case when due to this luminance measurement, luminance of organic EL (1,1), organic EL (2,1), ... and organic EL (m, 1) becomes, for example, like shown in Fig.13, is considered.

[0054] Further, to simplify description, organic EL (1,1) and organic EL (2,1) are considered. It is possible to approximate current – luminance characteristics of organic EL, as shown in Fig. 14 by practically a straight line. Here, luminance of organic EL (1,1) is taken as  $K_1$ , luminance of organic EL (2,1) is taken as  $K_2$  and current values at that time are taken as  $k_1$ ,  $k_2$ . Further, the gate voltage of driving TFT of organic EL (1,1) at this luminance is taken as  $V_{K1}$ , gate voltage of driving TFT of organic EL (1,2) is taken as  $V_{K2}$ . In this case connections between gate voltage and current flowing in organic EL become like shown in Fig. 15.

[0055] Therefore, taking the luminance level of organic EL (1,1) as a standard luminance and basing on the same idea of the above embodiment 1, if express the gate voltage of driving TFT of organic EL (1,1) as

[0056]

[Number 6]

$$\frac{\log(I_{K2}) - \log(I_{K1}) + a V_{K1}}{a}$$

[0057] Current values flowing in organic EL (1,1) and organic EL (2,1) agree and it is possible to make the same luminance. Luminance for other organic EL elements on the first data line, which is the same as for organic EL elements on the second data line, is obtained by conducting the same correction as the above.

[0058] Thus, in case when there is deviation in current measuring elements themselves and unevenness in luminance of organic EL elements occurs in direction along scanning lines, uniform luminance can be obtained also by conducting the

above correction.

[0059] (Embodiment 3) An example of measuring currents flowing in each organic EL element by one current measuring element, as shown in Fig. 16, is now described. In this case, like embodiment 1, it is not possible to measure current flowing in each organic EL elements by giving prescribed voltage to all data lines in synchronism with scanning of scanning lines. Therefore, in this embodiment current flowing in organic EL elements is measured by the below procedure.

[0060] First, scanning voltage is given to the first scanning line, gate of switching TFT on the first scanning line opens. Synchronously, prescribed data voltage is inputted to the first data line, and data voltage which makes organic EL elements in a zero gradation is inputted to other data lines. Based on it, it is possible to measure current flowing in organic EL (1,1) by current measuring element. Further, scanning voltage is given to the first scanning line again, and gate of switching TFT on the first scanning line opens. Synchronously with it, prescribed data voltage is inputted to the second data line and data voltage, which makes organic EL elements in a zero gradation, is inputted to other data lines. Based on it, it is possible to measure current flowing in organic EL (1,2) by current measuring element. It is possible to measure current flowing in each organic EL element on the first scanning line by one current measuring element, basing on repeating the above processing in order for other data lines. When measure current flowing in each organic EL element on other scanning lines, the above processing is conducted in order for other scanning lines. Based on it, it is possible to measure all current values flowing in each organic EL element.

[0061] Current values flowing in each organic EL element obtained in such manner are stored in the memory, and basing on it data voltage is corrected as shown in the above embodiment 1, due to which it is possible to obtain uniform gradation indication.



[0062] (Embodiment 4) In this embodiment another example of measuring current flowing in each organic EL element by one current measuring element, as shown in Fig.17, is described. Here, TFT elements are arranged with each current supplying wire. A current measuring method in this case is now described.

[0063] In the early period gate of TFT elements arranged on each current supplying wire is closed. In this condition, first, a scanning voltage is given to the first scanning line, gate of switching TFT on the first scanning line opens, and synchronously with it prescribed data voltage is inputted to the first data line. Based on it, gate of driving TFT on the first scanning line opens. However, since gates of TFT located on each current supplying wire are all closed, current does not flow in organic EL elements on the first scanning line. Further, gate of TFT arranged on the first current supplying wire opens. Due to it, current flows only in organic EL element (1,1). Current at that time is measured by a current measuring element. Further, TFT arranged in order on the second current supplying wire, TFT arranged on the third current supplying wire, ... and gate opens, and it is possible to measure current values flowing in organic EL elements on the first scanning line by one current measuring element, basing on measuring current flowing in each organic EL element at that time. Furthermore, the first scanning line is scanned again, each data line is passed and data voltage at which organic EL elements become in a zero gradation is inputted. Then, basing on repeating the above processing in order for the second scanning line, the third scanning line, it is possible to measure all current values flowing in each organic EL element.

[0064] Current values flowing in each organic EL element obtained in such manner are stored in the memory, basing on which data voltage is corrected as shown in the above embodiment 1, due to which it is possible to obtain uniform gradation indication.

[0065] In the above embodiment an example of electro-optical

device in which organic EL element is used as electro-optical element is described. The present invention allows using for electro-optical device with applied non-organic EL elements.

[0066]

[Effect of invention] As it is described above, according to the present invention in organic EL elements of active matrix constitution, it is possible to measure current flowing in each organic EL element and correct unevenness in luminance using current values even in cases when current measuring elements are provided for each current supplying wire. Further, even in case when one current measuring element is provided it is possible to measure current flowing in each organic EL element and correct unevenness in luminance using current values. Therefore, in comparison with a conventional technology in which it is necessary to arrange current measuring elements for each pixel, it is possible to rise efficiency and simplify circuit constitution. Further, it is possible to detect currents exactly avoiding unevenness in current measurement due to deviation in characteristics of current measuring elements.

[Brief description of drawings]

Fig.1 is a schematic diagram showing a structure of a usual organic EL element.

Fig.2 is a graph showing characteristics of organic EL elements, (a) represents connection between applied voltage and luminance, (b) represents connection between applied voltage and current, and (c) represents connection between applied voltage and luminance.

Fig.3 is a circuit diagram showing organic EL panel constitution of usual simple active matrix constitution.

Fig.4 is a circuit diagram showing organic EL panel constitution of usual active matrix constitution.

Fig.5 is a detail drawing showing base units of organic EL panel of usual active matrix constitution.

Fig.6 is a circuit diagram showing organic EL panel constitution of Embodiment 1.

Fig.7 is a graph showing current quantity flowing in organic EL element, measured by current measuring element.

Fig.8 is a graph showing relation between gate voltage and current quantity in a usual TFT.

Fig.9 is a graph showing relation between gate voltage and current quantity in case when there is deviation in element characteristics of usual TFT.

Fig.10 is a graph showing current quantity at gate voltage  $V_c$  of organic EL (1,1), organic EL (1,2) and organic EL (1,3) shown in Fig. 6.

Fig.11 is a graph showing driving TFT characteristics of organic EL (1,1), organic EL (1,2) and organic EL (1,3).

Fig.12 is a drawing for explanation of a luminance measuring method.

Fig.13 is a graph showing unevenness in luminance of organic EL in direction along scanning lines.

Fig.14 is a graph showing current – luminance characteristics of organic EL.

Fig.15 is a graph showing driving TFT characteristics of organic EL (1,1), (2,1) shown in Fig.6.

Fig.16 is a circuit diagram showing constitution of organic EL panel of Embodiment 2.

Fig.17 is a circuit diagram showing constitution of organic EL panel of Embodiment 3.

Fig.18 is a drawing showing one example of constitution of current measuring element used in the embodiment.

[Description of reference numerals]

1. Substrate
2. Anode
3. Hole injection layer
4. Hole transport layer
5. Luminous layer
6. Electron transport layer
7. Cathode

FIG. 1

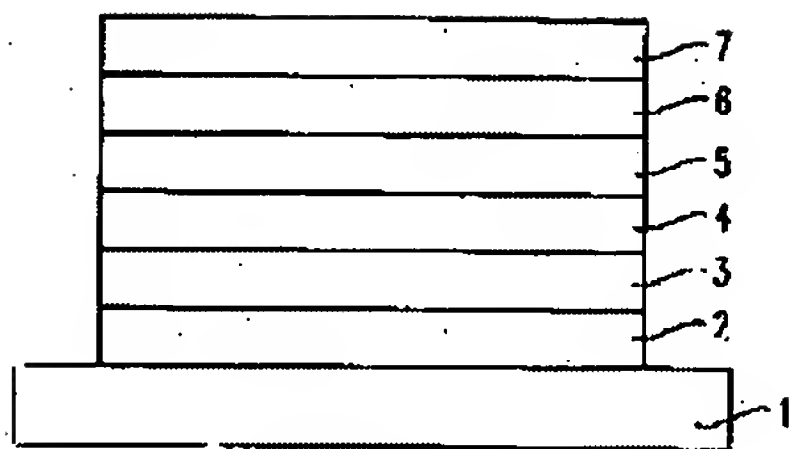


FIG. 5

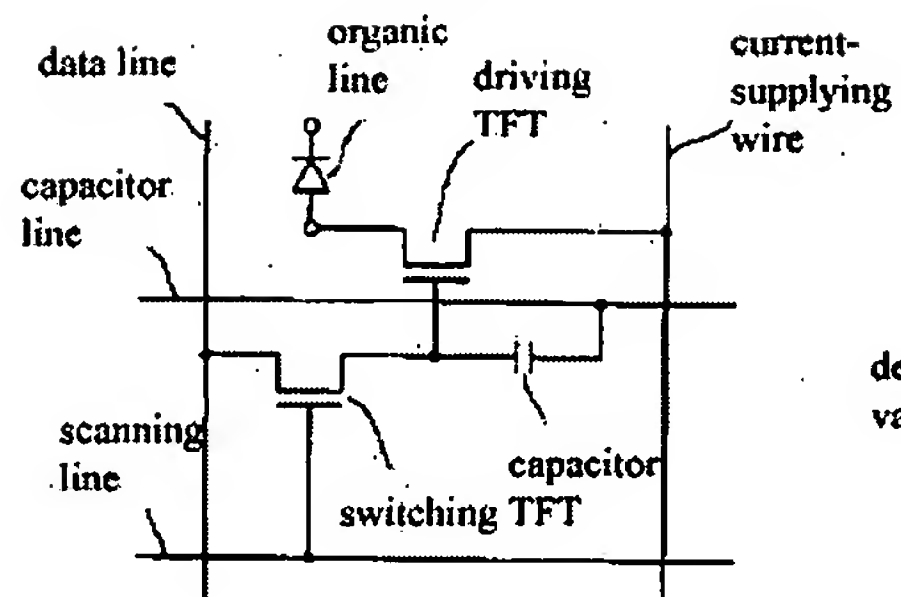


FIG. 18

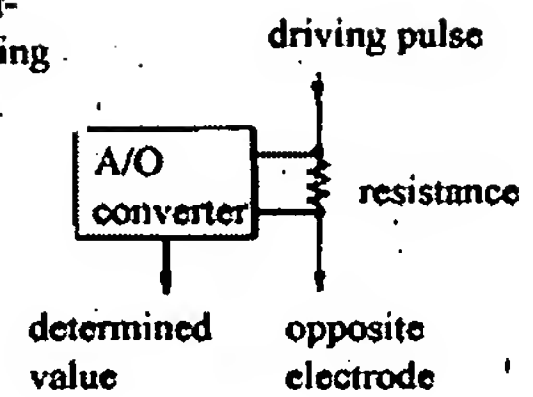


FIG. 2

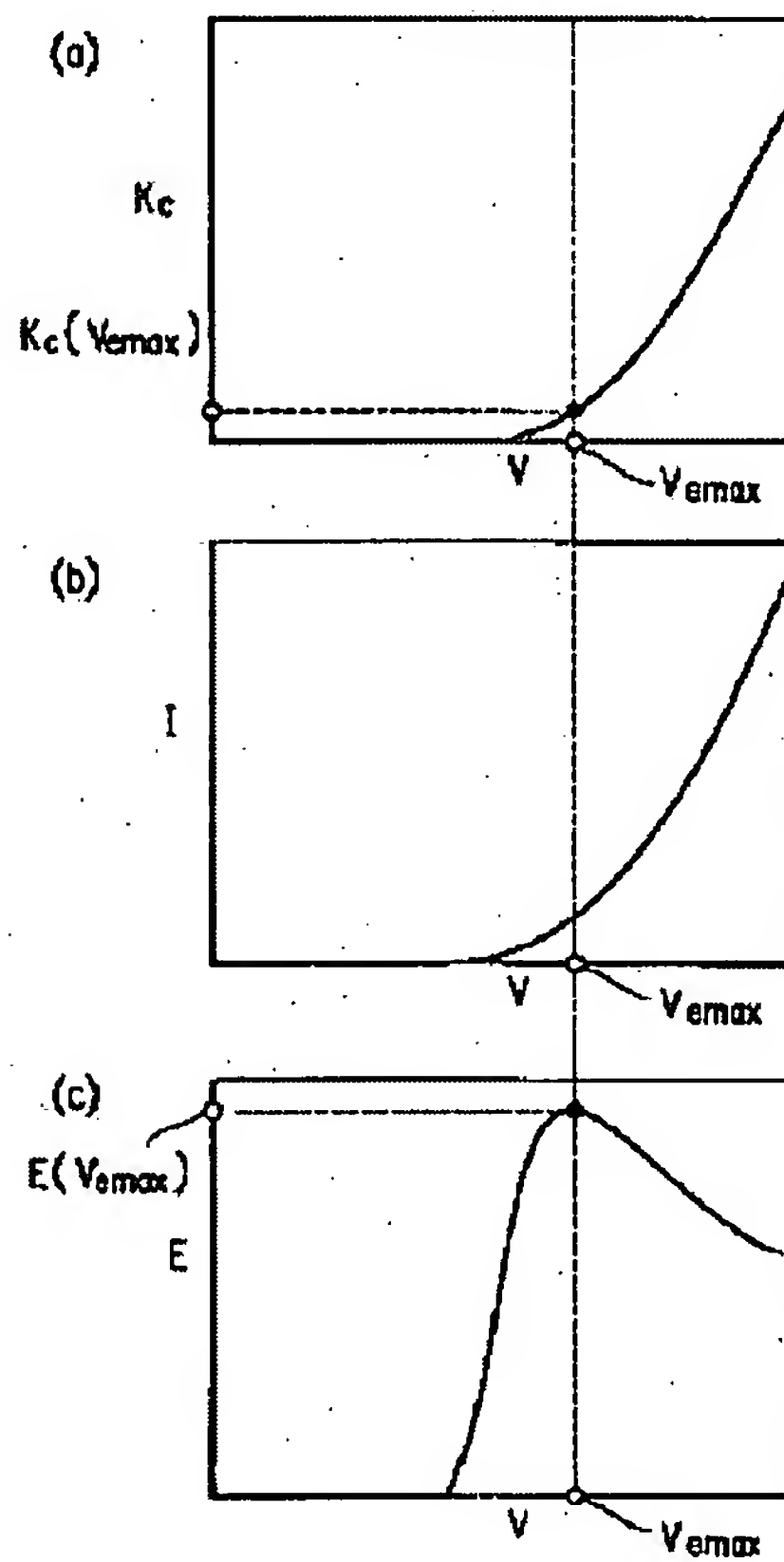


FIG. 3

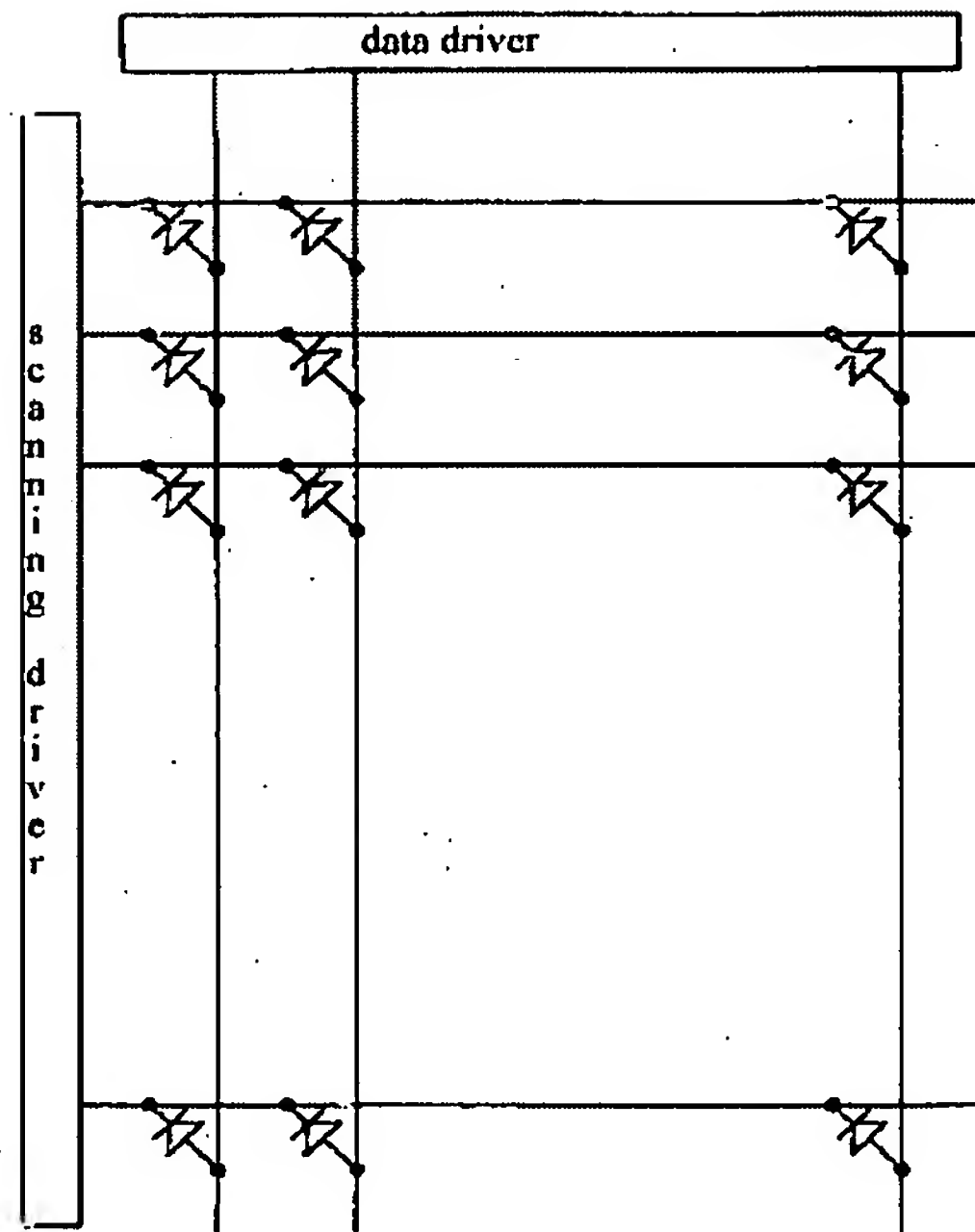


FIG. 4

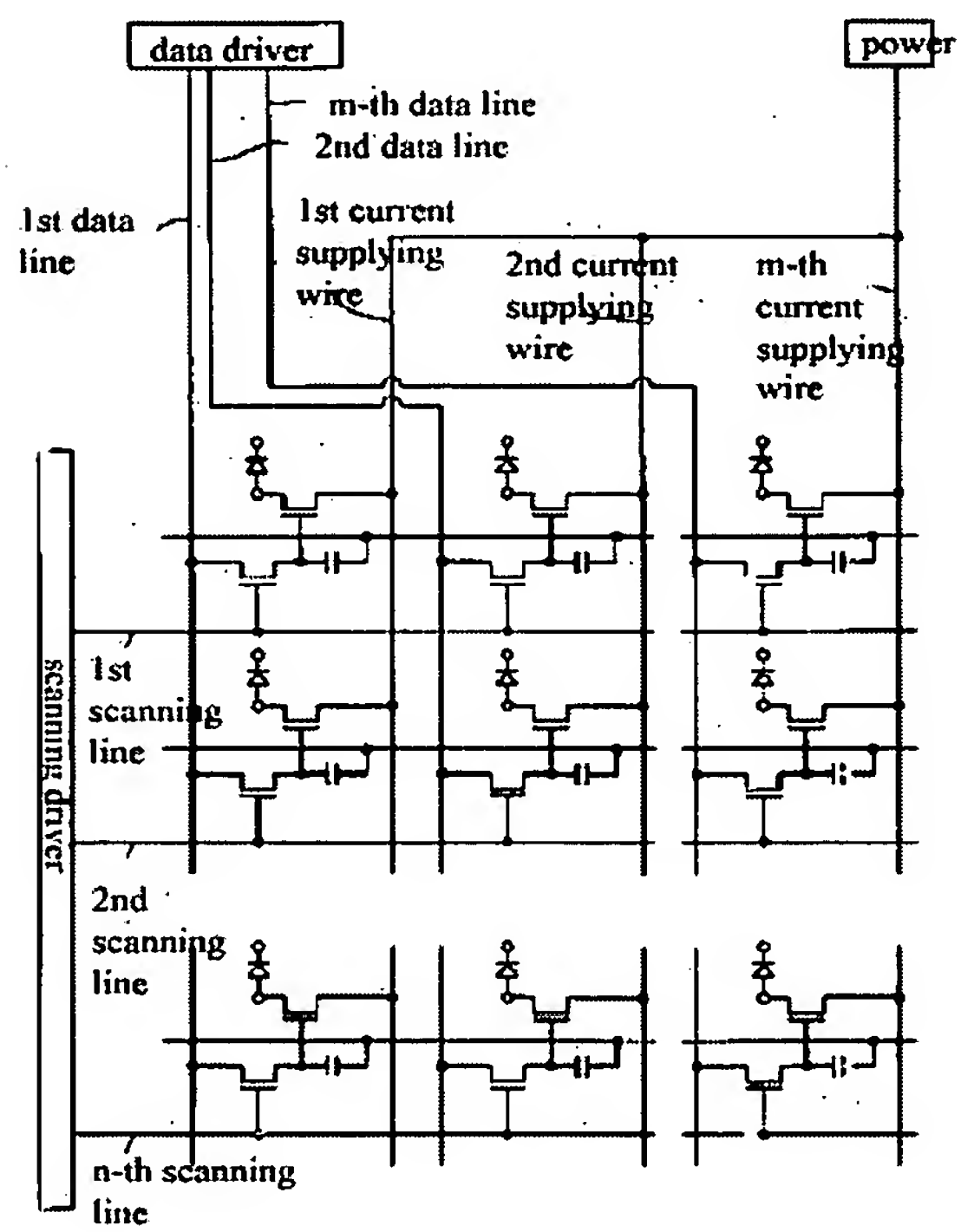




FIG 6

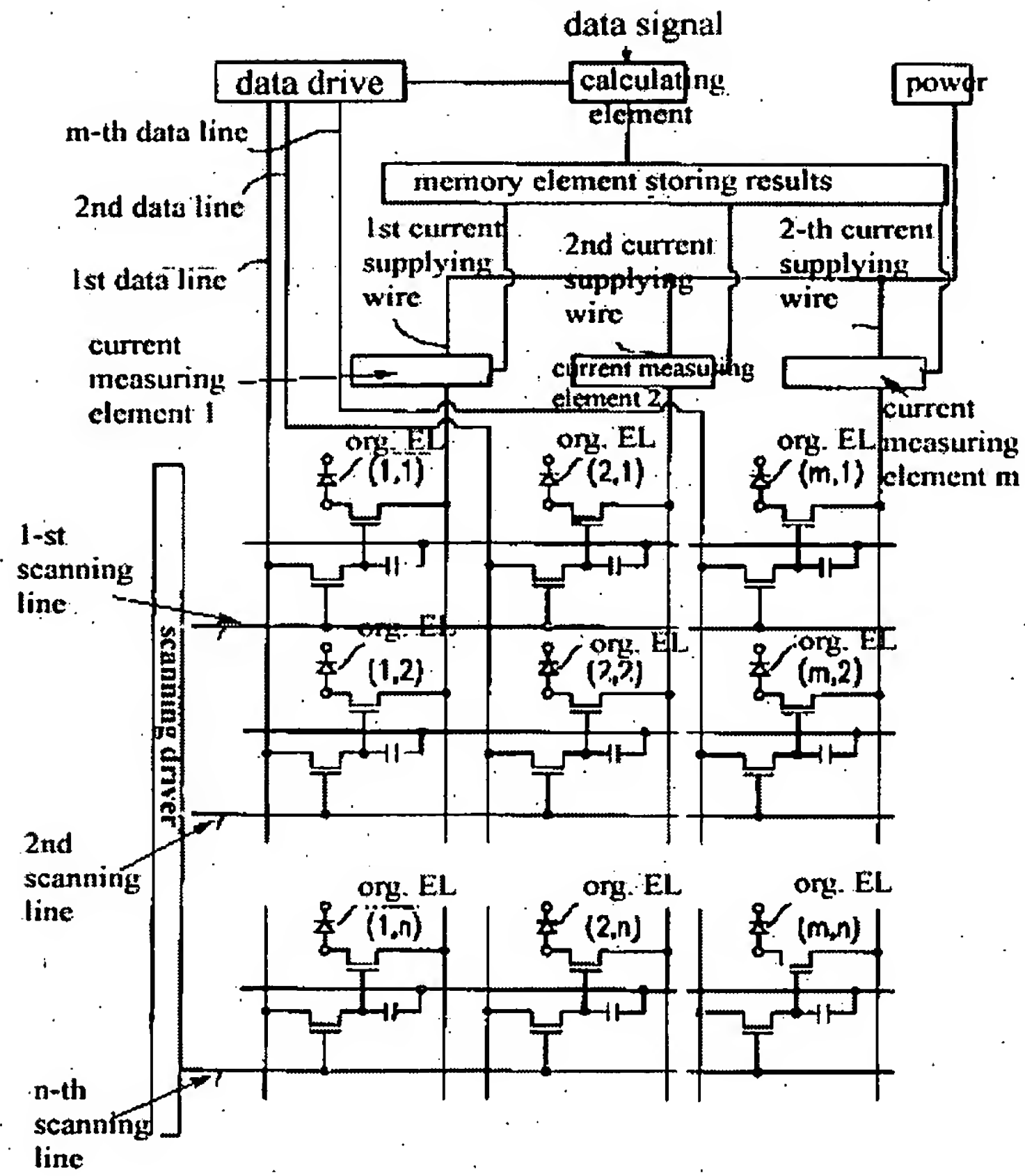


FIG. 8

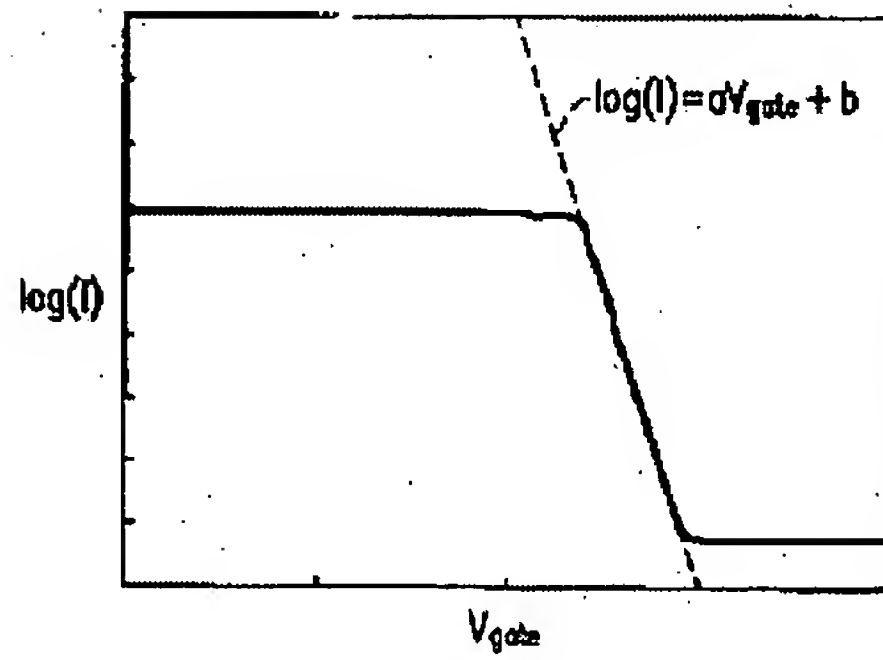


FIG. 9

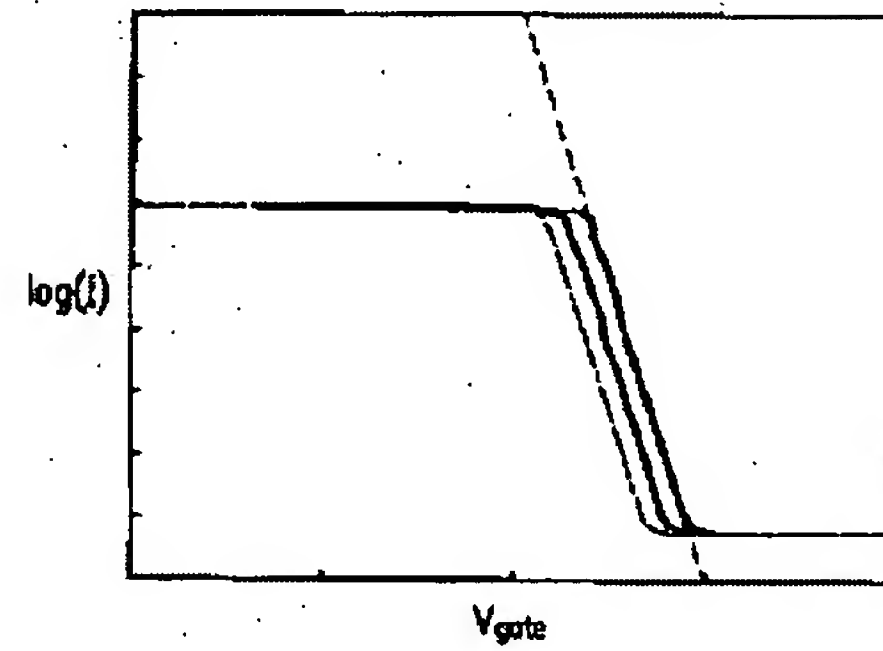


FIG. 11

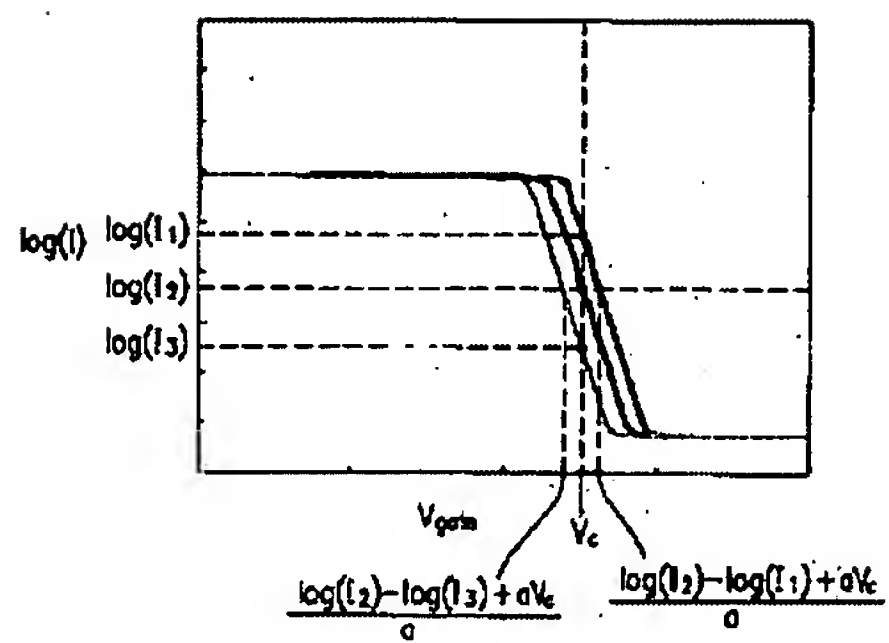


FIG. 12

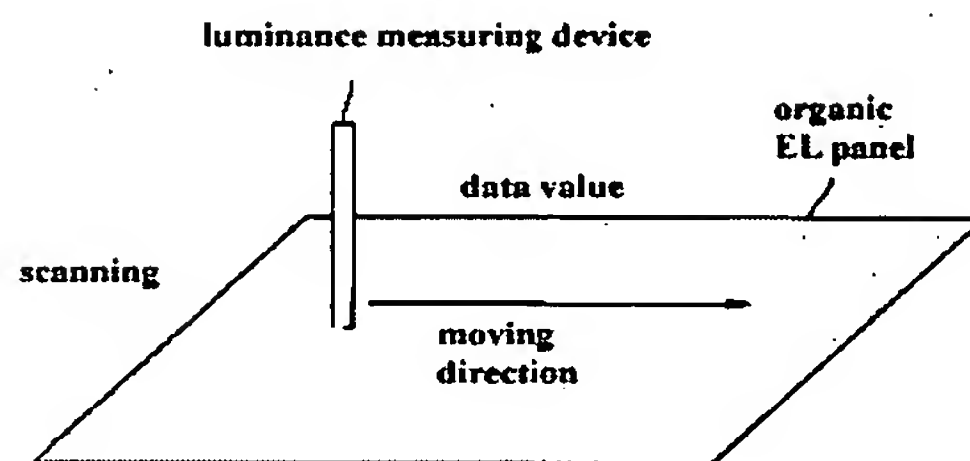


FIG. 13

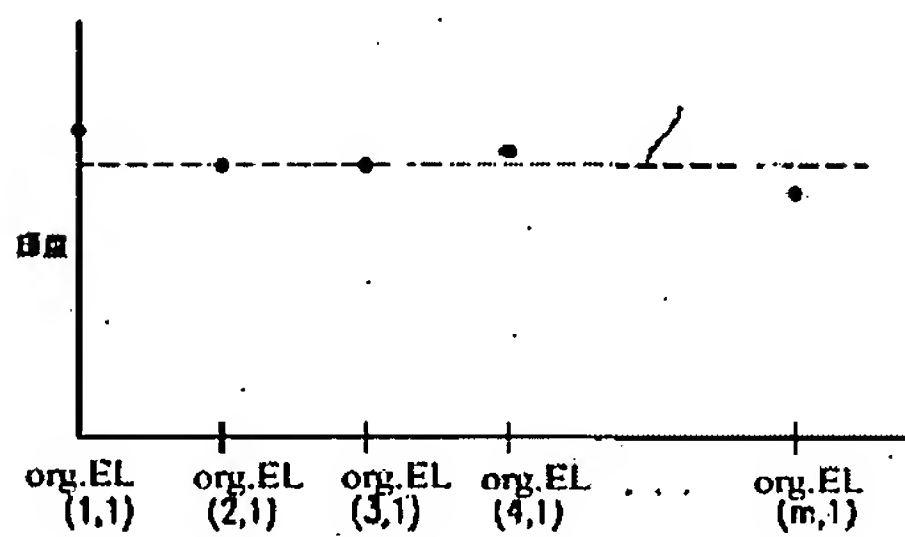


FIG. 14

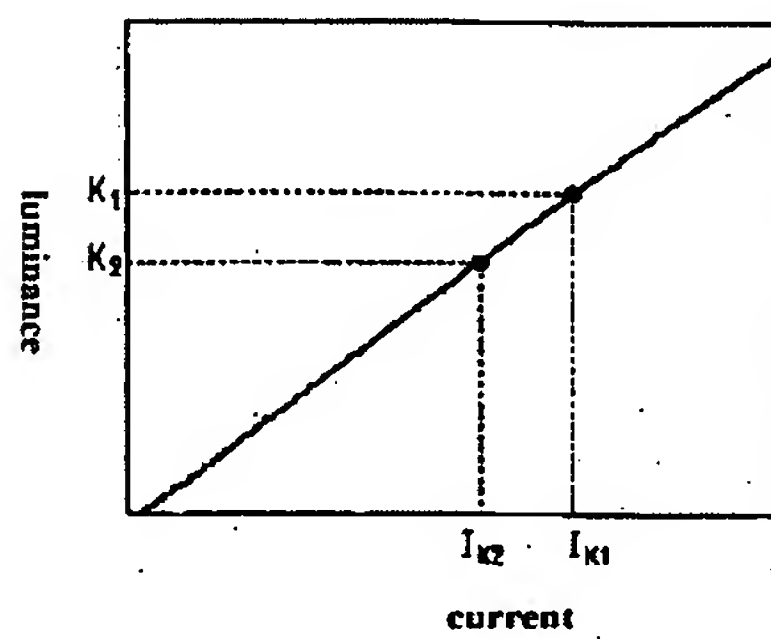


FIG. 15

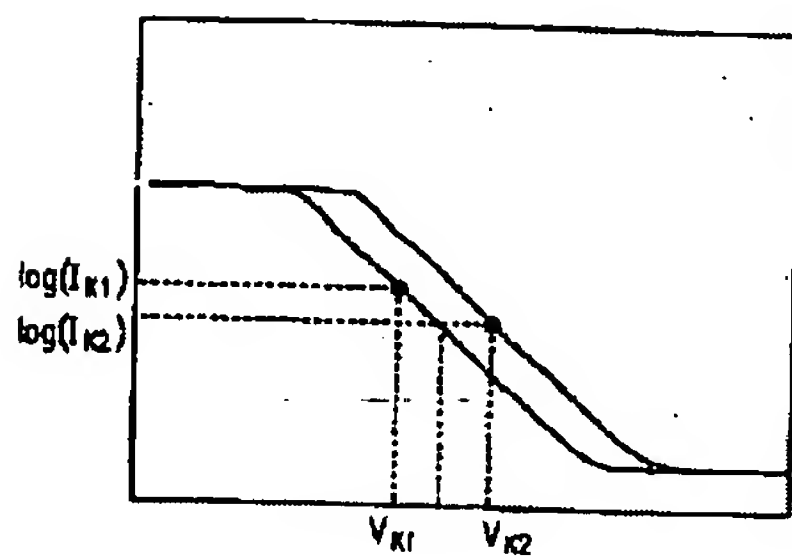


FIG. 16

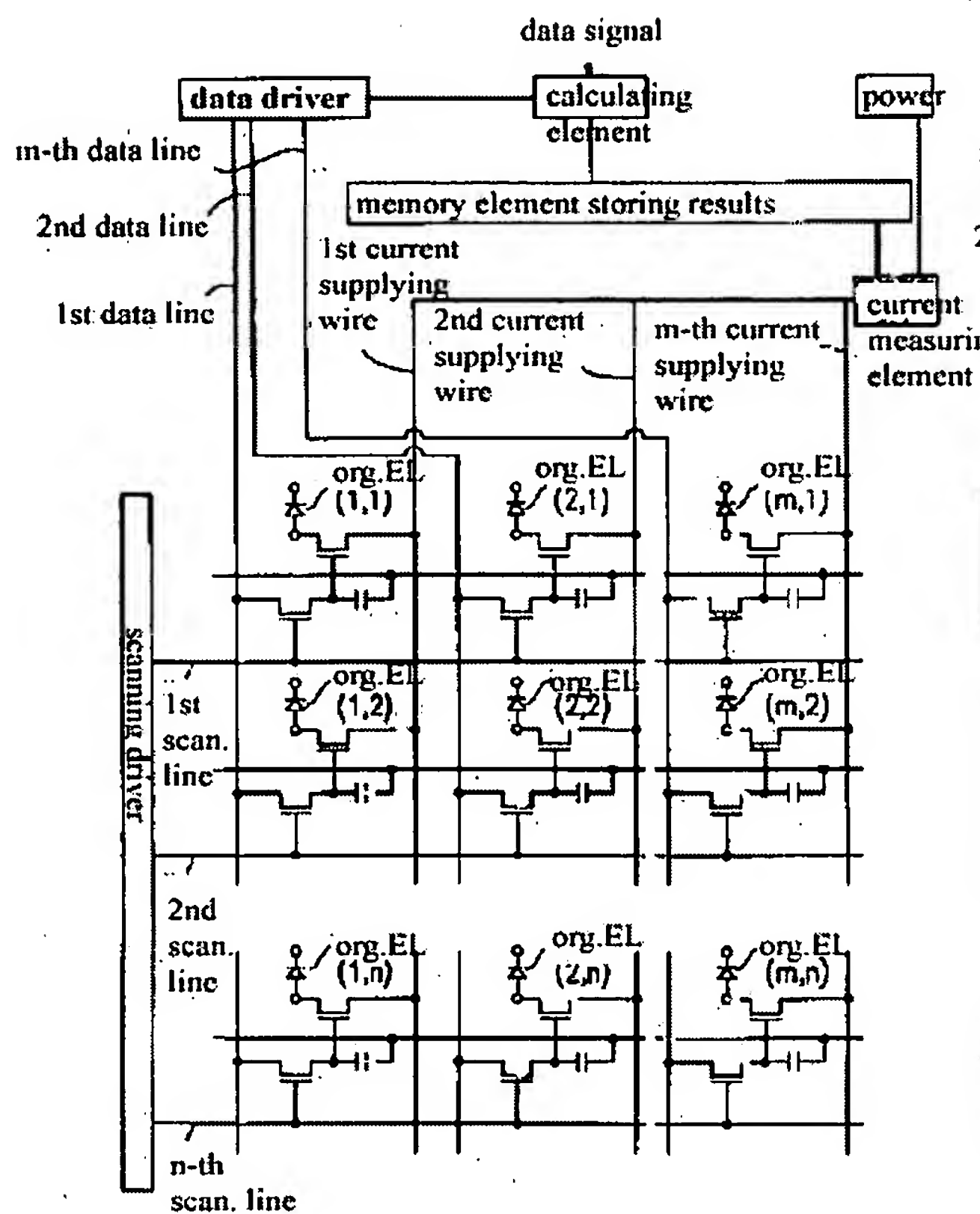


FIG. 17

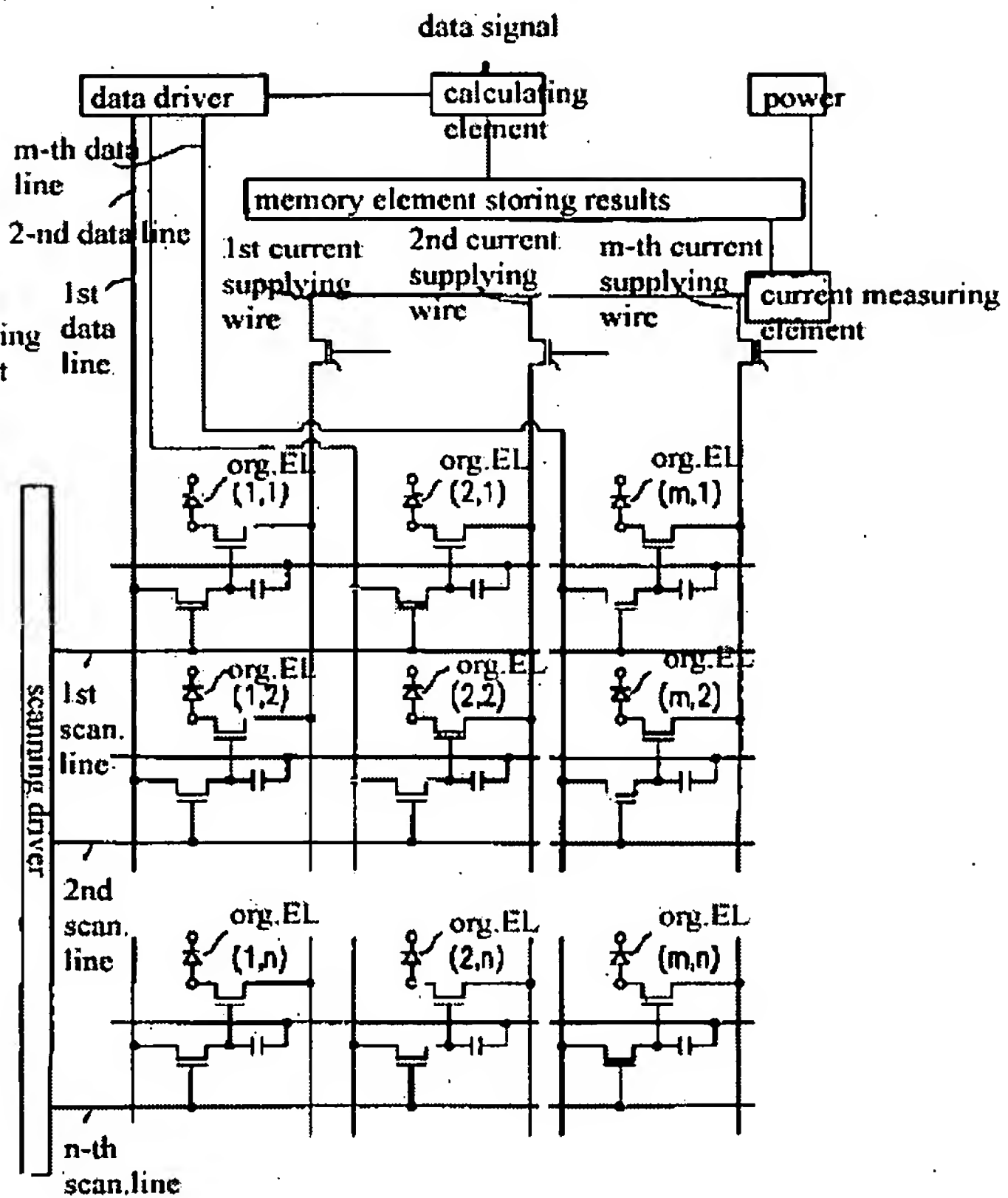


FIG. 7

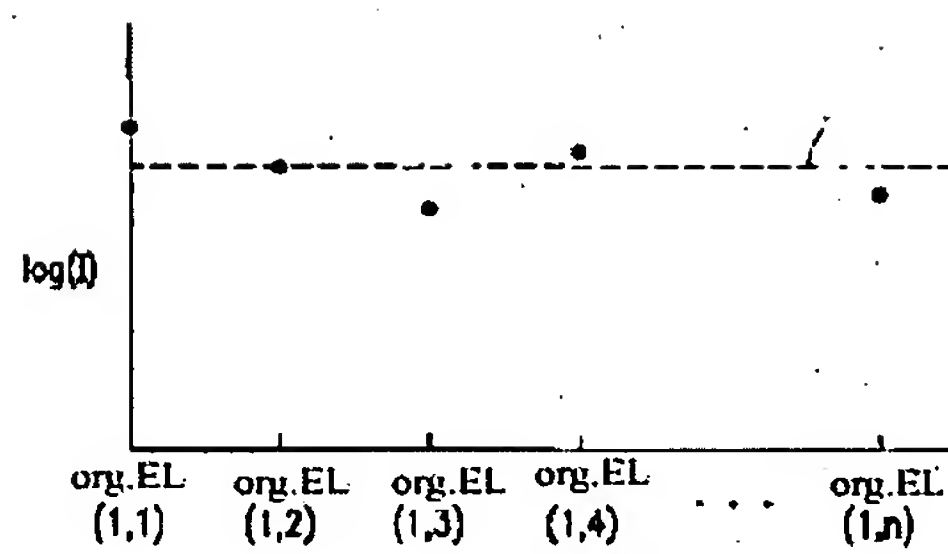
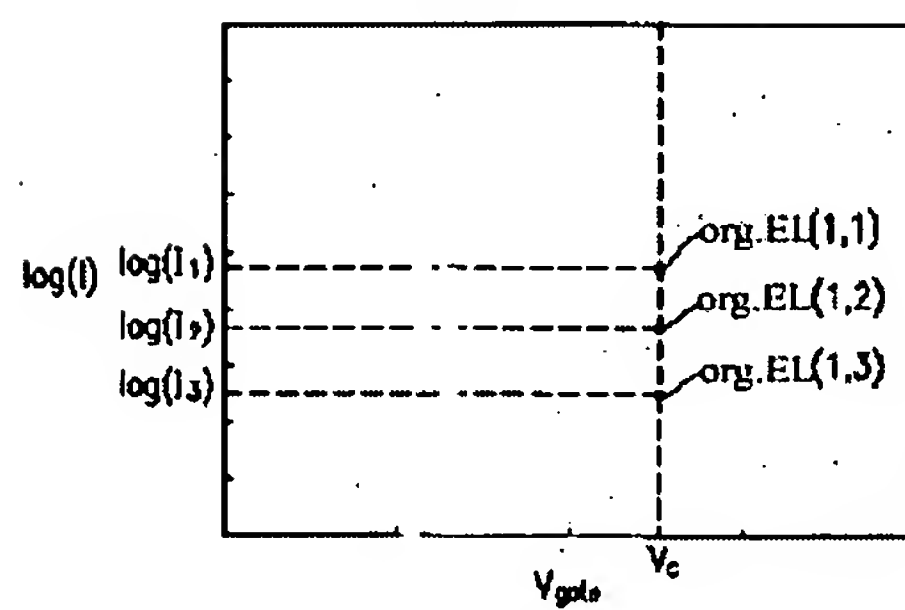


FIG. 10



PF030185 AD-AF

CITED BY APPLICANT

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-278513

(P2002-278513A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコード(参考)

G 0 9 G 3/30

C 0 9 G 3/30

J 5 C 0 8 0

3/20

3/20

6 1 1 H

6 1 1

6 2 3 R

6 2 3

6 4 2 A

6 4 2

6 4 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2001-79599(P2001-79599)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(22) 出願日

平成13年3月19日 (2001.3.19)

(72) 発明者 加邊 正章

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(72) 発明者 沼尾 孝次

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

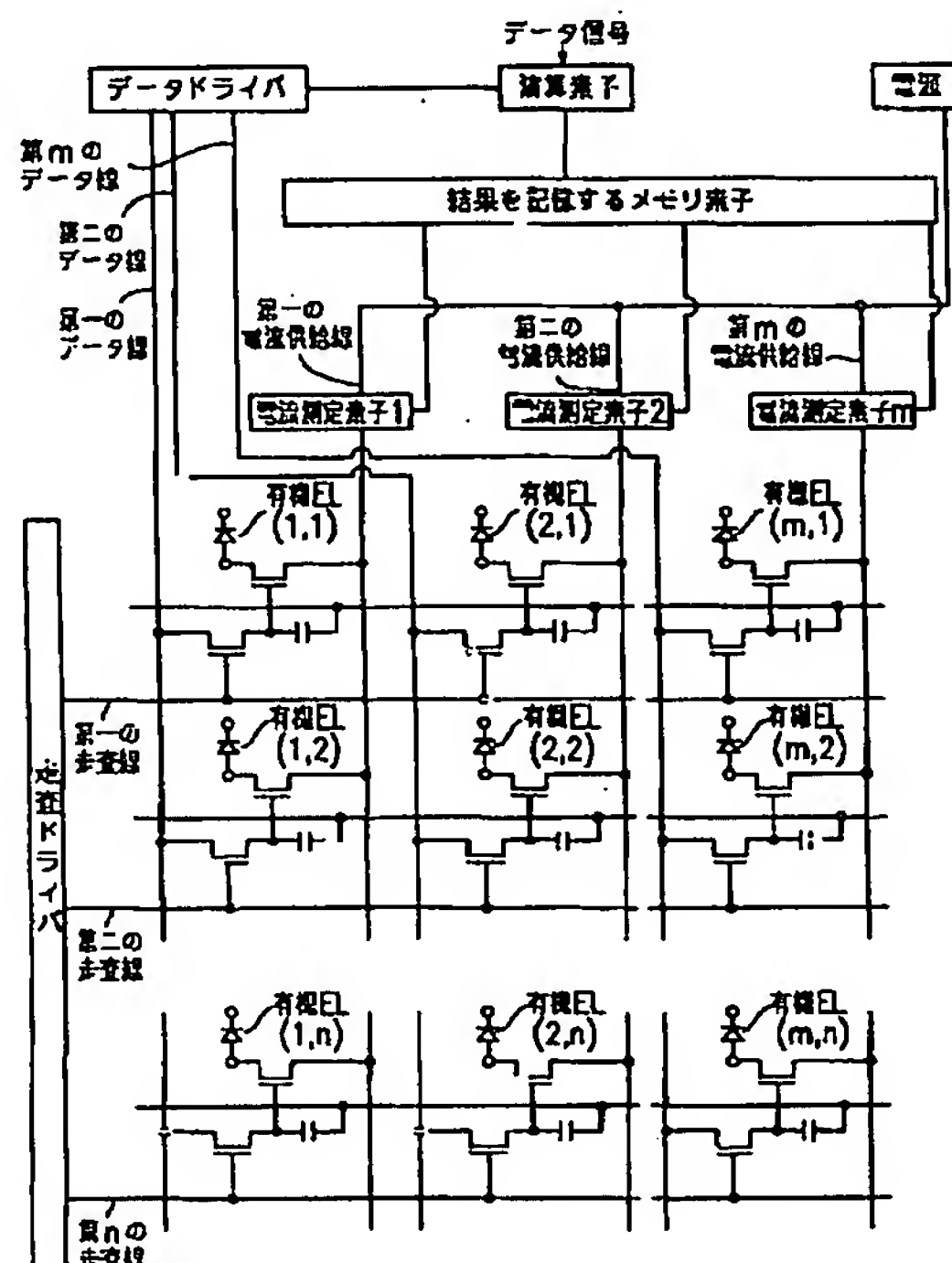
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気光学装置

(57) 【要約】

【課題】 アクティブマトリクス構成において、各画素毎に電流測定素子を設けずに有機EL素子に流れる電流を測定し、TFT特性ばらつきによる輝度むらを補正する。

【解決手段】 アクティブ素子と有機EL素子がマトリクス状に配置され、有機EL素子に電流を供給する複数の電流供給線が配置され、各電流供給線毎に電流測定素子が設けられた電気光学装置において、1本の走査線に走査電圧を与え、それと同期して各データ線に所定のデータ電圧を供給し、電流測定素子により有機EL素子に流れる電流値を測定する。次に、同一の走査線に走査電圧を与え、それと同期して各データ線に電気光学素子を0階調にするデータ信号を供給する。この駆動動作を各走査線に対して行い、得られた電流測定値に基づいて各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、アクティブ素子および該アクティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、各電流供給線毎に電流を測定するための電流測定素子が設けられた電気光学装置において、

各電流測定素子によって、その電流測定素子が配置された電流供給線に接続された複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、

1本の走査線に走査電圧を与え、そのタイミングと同期して、各データ線に所定のデータ電圧を供給し、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を測定するステップと、同一の走査線に再度走査電圧を与え、そのタイミングと同期して、各データ線に該電気光学素子を0階調にするデータ信号を供給するステップとを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正することを特徴とする電気光学装置。

【請求項2】 さらに、前記電流供給線と交差する方向に前記電気光学素子の輝度値を測定し、得られた輝度測定値と前記電流測定値とに基づいて、各電気光学素子の輝度が等しくなるように、前記アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正することを特徴とする請求項2に記載の電気光学装置。

【請求項3】 基板上に、アクティブ素子および該アクティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、該電流供給線の電流を測定するために1つの電流測定素子が設けられた電気光学装置において、該電流測定素子によって複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、

1本の走査線に複数回走査電圧を与え、各回のタイミングと同期して、各々異なる1本のデータ線に所定のデータ電圧を供給し、その他のデータ線には該電気光学素子を0階調にするデータ信号を供給して、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を測定するステップを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正することを特徴とする電気光学装置。

【請求項4】 基板上に、アクティブ素子および該アク

ティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、該電流供給線の電流を測定するために1つの電流測定素子が設けられた電気光学装置において、

各電流供給線毎に該電気光学素子よりも基板縁側にTFT素子が設けられ、

該電流測定素子によって複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、

1本の走査線に走査電圧を与えると共に各データ線に所定のデータ電圧を供給し、各電流供給線毎に設けた前記TFT素子を順次走査することにより、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を順次測定するステップを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正することを特徴とする電気光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機EL素子等の電気光学素子を用いた電気光学装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、他に光源を必要とせず自ら発光する自発光素子であるため、これをディスプレイに応用した場合には、液晶を凌ぐ、高コントラストで広視野角が得られる薄型ディスプレイが得られる可能性を秘めている。

【0003】図1は、一般的な有機EL素子の構造を示す概略断面図である。ここでは、基板上に陽極2、正孔注入層3、正孔輸送層4、発光層5、電子輸送層6および陰極7が順に積層されている。そして、両電極2、7に直流電圧を印加することにより、陽極2からホール（正孔）が、陰極7から電子が注入される。この2つの再結合によって、蛍光分子の1重項励起状態が生成され、その一重項励起分子が基底状態に戻る際に、外部に光を放出するという一連の過程により、有機EL素子の発光が得られるという原理である。

【0004】図2(a)～図2(c)に、一般的な有機EL素子の特性を示す。図2(a)は印加電圧と輝度との関係を示し、図2(b)は印加電圧と電流との関係を示し、図2(c)は印加電圧と発光効率との関係を示す。輝度はある閾値電圧以上になると徐々に増加し、電流密度もある閾値電圧以上になると徐々に増加する。また、発光効率はある電圧において最大値となる。

【0005】近年では、有機EL素子を用いた単純マトリクス構成およびアクティブマトリクス構成のディスプレイが盛んに開発されている。

【0006】図3に、一般的な単純マトリクス構成のディスプレイの回路構成を示す。ここでは、有機EL素子がマトリクス状に配置され、走査ドライバに接続された走査線とデータドライバに接続されたデータ線とが互いに交差（この例では直交）して設けられている。走査線は有機EL素子の陰極に接続され、データ線は有機EL素子の陽極に接続されている。

【0007】この単純マトリクス構成のディスプレイにおいては、各走査線を選択している期間のみ、それに接続された有機EL素子が発光する。このため、走査線の本数が増えてデューティ比が上がると、各走査線を選択している期間が短くなって各画素の点灯時間が短くなり、その結果、ディスプレイの輝度減少を招く。これを回避するため、有機EL素子への印加電圧を増やして各画素の輝度を上げると、一般的に発光効率は高電圧になるほど下がるため、消費電力の増大を招く。

【0008】図4に、一般的なアクティブマトリクス構成のディスプレイの回路構成を示す。ここでは、マトリクス状に有機EL素子とそれを制御するアクティブ素子とが配置されている。図5に示すように、アクティブ素子には、 $n$ チャンネルTFTであるスイッチングTFTと、 $p$ チャンネルTFTであるドライビングTFTの2種類が必要である。また、このアクティブ素子に走査電圧（ゲートを開く信号）を与える走査線およびデータ電圧（データ信号）を与えるデータ線が互いに交差（この例では直交）して設けられ、各々走査ドライバおよびデータドライバに接続されている。さらに、有機EL素子にアクティブ素子を介して電流を供給するための電流供給線がデータ線に平行に設けられている。

【0009】このアクティブマトリクス構成のディスプレイにおいては、走査線からスイッチングTFTのゲート信号が入力され、これと同期してデータ線からデータ信号に応じた量の電荷がキャパシタに入力される。このキャパシタに蓄積された電荷量に応じてドライビングTFTのソース・ドレイン間の抵抗値が決定され、電流供給線から有機EL素子に電流が供給されて有機EL素子が発光する。そして、スイッチングTFTが閉じられた後も、ドライビングTFTを通して電流供給線から有機EL素子に電流供給されるため、次の走査まで、有機EL素子を発光させることが可能となる。このため、デューティ比が上がってもディスプレイの輝度減少を招くようなことはなく、低電圧で駆動できるため、低消費電力化が可能となる。また、この構成の場合、データ線からのデータ信号に応じてソース・ドレイン間の抵抗値が決まり、これにより有機EL素子に供給される電流量が決まるため、データ信号に応じた輝度が得られ、階調表示を行うことも可能である。

【0010】このように、アクティブマトリクス構成のディスプレイでは、単純マトリクス構成に比べて低消費電力化を図ることができるため、好ましい。しかしなが

ら、アクティブマトリクス構成では、ドライビングTFTの特性ばらつきのため、各画素において有機EL素子に流れる電流量が異なり、輝度むらが発生するという欠点があった。

【0011】これを回避するために、例えば特開平11-282420号公報では、予め表示データをEL表示パネルに入力して全画面を点灯させ、そのときの各画素の輝度を測定し、この測定値の平均値を算出してその差分をさらに算出し、その差分を補正值として補正情報メモリに記憶させる。そして、その補正值を表示データ（データ信号）に加算器にて加算し、EL表示パネルに入力することにより、表示ばらつきを補正している。これにより、TFTの特性ばらつきによるEL素子の輝度むらを補正することができる。

【0012】また、有機EL素子は発光時間と共に劣化し、発光輝度が減少してくるという問題もあった。一般的に各画素毎の発光頻度は異なるため、発光頻度の多い画素は次第に暗くなり、発光頻度の少ない画素は変化が少ないため、輝度むらが発生する。

【0013】これを回避するために、例えば特開平10-254410号公報では、各有機EL素子を所定の電圧値で駆動したとき、有機EL素子に流れる電流値を計測し、この電流値をメモリに記憶させる。そして、その電流値に基づいてデータ信号を演算し、1フレーム期間内における発光時間を決めている。これにより、有機EL素子の劣化による輝度むらを補正することができる。

【0014】さらに、特開2000-187467号公報では、点灯中の有機EL素子の各画素に流れる電流を検出する電流検出手段を設けて、検出した電流に応じて画素の点灯時間または点灯電流を制御している。これにより、素子のばらつきや劣化による輝度変化を検出することができ、良好な階調制御を行うことができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】単純マトリクス構成の場合、上述したような駆動方法のため、各走査線上の画素毎に順次発光し、走査が終了した走査線上の各有機EL素子には電流が流れず、発光しない。このため、特開2000-187467号公報のように各データ線毎に電流測定素子が存在すれば、各有機EL素子に流れる電流を検出することができる。

【0016】しかし、この技術をアクティブマトリクス構成に適用するのは、従来では不可能であった。その理由は、スイッチングTFTの走査が終了した後も、ドライビングTFTを通して有機EL素子に電流が供給されるため、各電流供給線毎に電流測定素子を設けた場合、その電流供給線に接続された全ての有機EL素子に流れる電流値の総和を測定してしまうからである。

【0017】このため、各画素の有機EL素子に流れる電流を測定しようとした場合、特開平10-254410号公報のように、各画素毎に電流測定素子を配置する



必要があった。しかし、各画素毎に電流測定素子を配置すると、開口率の低下を招き、また、各画素の回路構成も複雑になるため、製造歩留まり減少の要因となる。さらに、各画素毎の電流測定素子自体にも特性ばらつきがあるため、正確な電流検出は不可能である。

【0018】本発明は、このような従来技術の課題を解決するべくなされたものであり、アクティブマトリクス構成において、各画素毎に電流測定素子を設けなくても、有機EL素子や無機EL素子等の電気光学素子に流れる電流を測定することができ、TFT特性のばらつきによる輝度むらを補正できる電気光学装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の電気光学装置は、基板上に、アクティブ素子および該アクティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、各電流供給線毎に電流を測定するための電流測定素子が設けられた電気光学装置において、各電流測定素子によって、その電流測定素子が配置された電流供給線に接続された複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、1本の走査線に走査電圧を与え、そのタイミングと同期して、各データ線に所定のデータ電圧を供給し、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を測定するステップと、同一の走査線に再度走査電圧を与え、そのタイミングと同期して、各データ線に該電気光学素子を0階調にするデータ信号を供給するステップとを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正し、そのことにより上記目的が達成される。

【0020】上記構成によれば、後述する実施形態1に示すように、電流測定素子が各電流供給線毎に設けられている構成において、各電気光学素子に流れる電流値を測定してデータ電圧（データ信号）を補正することが可能である。

【0021】さらに、前記電流供給線と交差する方向に前記電気光学素子の輝度値を測定し、得られた輝度測定値と前記電流測定値とに基づいて、各電気光学素子の輝度が等しくなるように、前記アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正してもよい。

【0022】上記構成によれば、後述する実施形態2に示すように、電流測定素子自体にばらつきがあっても、電気光学素子の発光輝度にばらつきが生じるのを防ぐことが可能である。

【0023】本発明の電気光学装置は、基板上に、アク

ティブ素子および該アクティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、該電流供給線の電流を測定するために1つの電流測定素子が設けられた電気光学装置において、該電流測定素子によって複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、1本の走査線に複数回走査電圧を与え、各回のタイミングと同期して、各々異なる1本のデータ線に所定のデータ電圧を供給し、その他のデータ線には該電気光学素子を0階調にするデータ信号を供給して、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を測定するステップを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正し、そのことにより上記目的が達成される。

【0024】上記構成によれば、後述する実施形態3に示すように、1つの電流測定素子により各電気光学素子に流れる電流値を測定してデータ電圧（データ信号）を補正することが可能である。

【0025】本発明の電気光学装置は、基板上に、アクティブ素子および該アクティブ素子によって制御される電気光学素子がマトリクス状に配置されていると共に、該アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線が該アクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置され、さらに、該電気光学素子に該アクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置され、該電流供給線の電流を測定するために1つの電流測定素子が設けられた電気光学装置において、各電流供給線毎に該電気光学素子よりも基板縁側にTFT素子が設けられ、該電流測定素子によって複数の電気光学素子の各々に流れる電流値を測定するべく、1本の走査線に走査電圧を与えると共に各データ線に所定のデータ電圧を供給し、各電流供給線毎に設けた前記TFT素子を順次走査することにより、該電流測定素子により該電気光学素子に流れる電流値を順次測定するステップを各走査線に対して行って、得られた電流測定値に基づいて、各電気光学素子に流れる電流が等しくなるように、各アクティブ素子に与えるデータ電圧を補正し、そのことにより上記目的が達成される。

【0026】上記構成によれば、後述する実施形態4に示すように、1つの電流測定素子により各電気光学素子に流れる電流値を測定してデータ電圧（データ信号）を補正することが可能となる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0028】(実施形態1)図6は、本発明の電気光学装置の一実施形態である有機ELパネルの構成を説明するための回路図である。この有機ELパネルは、基板上に、アクティブ素子とそれによって制御される有機EL素子がマトリクス状に配置されている。有機EL素子は、図1に示したように、基板1上に陽極2、正孔注入層3、正孔輸送層4、発光層5、電子輸送層6および陰極7を順に積層して構成されている。また、アクティブ素子は、図5に示したように、スイッチングTFT、ドライビングTFTおよびキャパシタから構成されている。また、アクティブ素子に走査電圧を与える走査線およびデータ電圧を与えるデータ線がアクティブ素子の近傍を通過して互いに交差するように配置されている。走査線は走査ドライバに接続され、データ線はデータドライバに接続されている。さらに、電気光学素子にアクティブ素子を介して電流を供給するための複数の電流供給線が配置されている。

【0029】さらに、本実施形態では、各電流供給線毎に電流を測定するための電流測定素子が設けられている。この電流測定素子としては、例えば図18に示すような構成のものをを用いることができる。電流測定素子には、電流測定結果を記憶するためのメモリ素子が接続され、メモリ素子は、演算素子を介してデータドライバに接続されている。

【0030】次に、このように構成された有機ELパネルにおいて、TFT特性のばらつきによる有機EL素子の輝度むらを補正する方法について説明する。まず、各有機EL素子に流れる電流値を測定する方法について説明する。まず、第一の走査線に走査電圧を与えて、第一の走査線上のスイッチングTFTのゲートをオープンにする。これと同期して、各データ線を通して所定のデータ電圧(例えば、電流-輝度特性において輝度を等分割した場合に相当する電流を実現するための電圧)を入力する。これにより、ドライビングTFTのゲートがキャパシタに蓄積された電荷量に応じてオープンされ、電流供給線から第一の走査線上の有機EL素子に電流が流れ込む。このときのドライビングTFTのゲート電圧はデータ電圧とほぼ等しく、それに応じた電流が有機EL素子に流れる。このときに各有機EL素子に流れる電流量を電流測定素子によって測定し、測定結果をメモリ素子に記憶させる。その後、再び第一の走査線に走査電圧を与えて、第一の走査線上のスイッチングTFTのゲートをオープンにする。これと同期して、各データ線を通して、有機EL素子を0階調とするデータ電圧を入力する。これにより、第一の走査線上の有機EL素子に電流が流れなくなる。

【0031】以上の走査を順次、他の走査線についても行っていく。これにより、各有機EL素子に流れる電流値を全て測定することが可能になる。

【0032】例えば、第一のデータ線上の各有機EL素子(有機EL(1,1)、有機EL(1,2)、...、有機EL(1,n))に流れる電流量は、電流測定素子1により測定される。この電流量は、縦軸に $\log(I)$ ( $I$ は電流量)をとると、図7に示すようにばらつきがある。これは、ドライビングTFTの特性ばらつきによるものである。このように各有機EL素子に流れる電流量が異なると、得られる輝度も異なり、輝度むらが発生する。

【0033】次に、この電流値ばらつきを補正して、均一な輝度を得る方法について説明する。一般的なTFTにおいて、ゲート電圧： $V_{gate}$ と流れる電流値： $\log(I)$ の関係は、図8に示すようになる。この図8において、傾いている部分は、

【0034】

【数1】

$$\log(I) = aV_{gate} + b \quad (a \text{ は傾き、} b \text{ は切片}) \quad \dots (1)$$

【0035】で表される直線により定義することができる。

【0036】TFT素子の特性が異なると、図9に示すように、特性に差異が生じる。このため、同一のゲート電圧を入力しても、流れる電流値にばらつきが生じるのである。但し、各TFTにおいて、上記式(1)の $a$ についてはほとんど変わらない。また、図6に示したような回路構成においては、ゲート電圧はデータ信号(データ電圧)に等しいと考えられる。

【0037】ここで、説明を簡単にするために、図6における有機EL(1,1)、有機EL(1,2)および有機EL(1,3)の3つの有機EL素子に流れる電流値(図7)のみを考え、これを基にして輝度を補正する方法を考える。これらは、同一のデータ電圧、すなわち、同一のゲート電圧(以下、 $V_c$ とする)をドライビングTFTに与えたときに流れた電流値であり、各々 $\log(I_1)$ 、 $\log(I_2)$ および $\log(I_3)$ とする。これを横軸：ゲート電圧( $V_{gate}$ )、縦軸：電流量 $\log(I)$ としてグラフにプロットすると、図10に示すようになる。TFTの電流特性は、図8に示したように分かっているので、図10の各点を通過するようにすると、図11に示すようになる。このとき、傾いている部分の直線は、

【0038】

【数2】



有機EL(1,1)では、 $\log(I)=\alpha V_{gate}+(\log(I_1)-\alpha V_c)$  ... (2)

有機EL(1,2)では、 $\log(I)=\alpha V_{gate}+(\log(I_2)-\alpha V_c)$  ... (3)

有機EL(1,3)では、 $\log(I)=\alpha V_{gate}+(\log(I_3)-\alpha V_c)$  ... (4)

【0039】のように表される。

【0040】ここで、図7に示すように、基準の電流値を有機EL(1,2)に流れる電流と決めて、有機EL(1,1)および有機EL(1,3)においても有機EL(1,2)と同一の電流値が流れるゲート電圧を上記式(2)および上記式(4)から求めると、

【0041】

【数3】

有機EL(1,1)では、
$$\frac{\log(I_2)-\log(I_1)+\alpha V_c}{\alpha}$$

有機EL(1,3)では、
$$\frac{\log(I_2)-\log(I_3)+\alpha V_c}{\alpha}$$

【0042】となる。このゲート電圧を各々有機EL(1,1)および有機EL(1,3)のドライビングTFTに入力すれば、有機EL(1,2)と同一の電流が流れ、均一な輝度を得られる。なお、 $\alpha$ は素子間のばらつきが少ないため、いずれか一つのTFTで予め測定しておくことができる。

【0043】このように同一のデータ電圧(ゲート電圧)をドライビングTFTに与えた場合に、流れる電流値が異なる場合でも、簡単な演算によりデータ電圧を補正することにより、有機EL素子に同一の電流を流して、均一な輝度を得られるようにすることができる。

【0044】他のデータ電圧(ドライビングTFTのゲート電圧)の補正においては、上記電流測定を再び行ってもよいが、上記式(2)～上記式(4)を利用して、計算により求めることもできる。例えば、有機EL(1,2)において、ゲート電圧 $V_c'$ のとき、流れる電流は

【0045】

【数4】

$$\alpha V_c' + (\log(I_2) - \alpha V_c)$$

【0046】で表される。有機EL(1,1)および有機EL(1,3)において、有機EL(1,2)と同一の電流値が流れるゲート電圧を上記式(1)および上記式(3)から求めると、

【0047】

【数5】

有機EL(1,1)では、
$$\frac{\log(I_2)-\log(I_1)+\alpha V_c'}{\alpha}$$

有機EL(1,3)では、
$$\frac{\log(I_2)-\log(I_3)+\alpha V_c'}{\alpha}$$

【0048】となる。このゲート電圧を各々有機EL(1,1)および有機EL(1,3)のドライビングTFTに入力すれば、有機EL(1,2)と同一の電流が流れ、均一な輝度を得られる。このように、一旦あるデータ電圧で電流測定を行っておけば、他のデータ電圧における補正も、この電流値に基づいて行うことができる。

【0049】第一の走査線の上の他の有機EL素子、および他の走査線の上の有機EL素子においても、簡単な演算により同一の電流が流れるデータ電圧(ドライビングTFTのゲート電圧)を決定することができ、これによって均一な輝度を得ることができる。

【0050】上記電流測定素子により得られた電流測定結果は、図6に示した結果を記憶するメモリ素子に記憶され、演算素子によりデータ信号の補正が行われ、補正されたデータ信号がデータドライバに送られる。以上の過程により、均一な階調表示を行うことができる。なお、上述のような輝度補正は、ユーザが使用前や使用中に適宜行うことができる。

【0051】(実施形態2)上記実施形態1において、データ線に沿った方向の有機EL素子の輝度補正は、各電流測定素子によって測定される電流値によって行われる。よって、各電流測定素子自体にばらつきが無い場合には、実施形態1で説明した方法により、全ての有機ELにおいて均一な輝度を得ることができる。

【0052】しかし、電流測定素子が基板に作り込まれている場合には、電流測定素子自体に特性ばらつきがあり、測定自体にばらつきが生じているおそれがある。この場合、実施形態1のようにデータ電圧を補正しても、走査線に沿った方向(電流供給線を横切る方向)において、有機EL素子の輝度が異なる。例えば、有機EL(1,1)、有機EL(2,1)、・・・、有機EL(m,1)において、輝度が同一となるようにデータ電圧を入力しても輝度が異なることになる。

【0053】この電流測定素子自体の特性ばらつきを補正するためには、実施形態1のような補正を行って補正された所定のデータ電圧を入力した後、図12に示すように、走査線に沿った方向に対して画素の輝度測定を行う。この輝度測定によって、有機EL(1,1)、有機EL(2,1)、・・・、有機EL(m,1)の輝度が例えば図13に示すようになった場合を考える。

【0054】以下では、説明の簡略化のために、有機EL(1,1)および有機EL(2,1)について考える。有機ELの電流-輝度特性は、図14に示すように、ほぼ直線で近似することができる。ここで、有機E

L(1, 1)の輝度を $K_1$ 、有機EL(2, 1)の輝度 $K_2$ とし、そのときの電流値を $I_{K1}$ 、 $I_{K2}$ とする。また、この輝度における有機EL(1, 1)のドライビングTFTのゲート電圧を $V_{K1}$ 、有機EL(2, 1)のドライビングTFTのゲート電圧を $V_{K2}$ とする。この場合、ゲート電圧と有機ELに流れる電流の関係は図15に示したようなものになる。

【0055】よって、有機EL(1, 1)の輝度レベルを基準輝度として、上記実施形態1と同様の考え方により、有機EL(1, 1)のドライビングTFTのゲート電圧を

【0056】

【数6】

$$\frac{\log(I_{K2}) - \log(I_{K1})}{\alpha} + V_{K1}$$

【0057】にすれば、有機EL(1, 1)および有機EL(2, 1)に流れる電流値が一致し、輝度を同じにすることができる。第一のデータ線上の他の有機EL素子においても、上記と同様に補正を行うことにより、第二のデータ線上の有機EL素子と同一の輝度を得られる。

【0058】このように、電流測定素子自体に特性ばらつきがあり、走査線に沿った方向において有機EL素子の発光輝度にばらつきが生じている場合にも、以上のように補正を行うことにより、均一な輝度を得ることができる。

【0059】(実施形態3) 本実施形態では、図16に示すように、1つの電流測定素子により各有機EL素子に流れる電流を測定する例について説明する。この場合、実施形態1のように、走査線の走査と同期して、全てのデータ線に所定の電圧を与えたのでは、各々の有機EL素子に流れる電流を測定することができない。そこで、本実施形態では、以下のような手順により有機EL素子に流れる電流を測定する。

【0060】まず、第一の走査線に走査電圧を与えて、第一の走査線上のスイッチングTFTのゲートをオープンにする。これと同期して、第一のデータ線に所定のデータ電圧を入力し、それ以外のデータ線には有機EL素子を0階調とするデータ電圧を入力する。これにより、有機EL(1, 1)に流れる電流を電流測定素子により測定することができる。その後、再び第一の走査線に走査電圧を与えて、第一の走査線上のスイッチングTFTのゲートをオープンにする。これと同期して、第二のデータ線に所定のデータ電圧を入力し、それ以外のデータ線には有機EL素子を0階調とするデータ電圧を入力する。これにより、有機EL(1, 2)に流れる電流を電流測定素子により測定することができる。以上の処理を順次、他のデータ線について繰り返すことにより、第一の走査線上の各有機EL素子に流れる電流を1つの電流測定素子により測定することができる。他の走査線上

の各有機EL素子に流れる電流を測定する際には、以上の処理を順次、他の走査線について行えばよい。これにより、各有機EL素子に流れる電流値を全て測定することが可能になる。

【0061】このようにして得られた各有機EL素子に流れる電流値をメモリに保存し、これに基づいて上記実施形態1に示したようにデータ電圧を補正することにより、均一な階調表示を得ることができる。

【0062】(実施形態4) 本実施形態では、図17に示すように、1つの電流測定素子により各有機EL素子に流れる電流を測定する他の例について説明する。ここでは、各電流供給線毎にTFT素子が配置されている。この場合の電流測定方法について、以下に説明する。

【0063】初期状態においては、各電流供給線に配置されたTFT素子のゲートは閉じられている。その状態において、まず、第一の走査線に走査電圧を与えて、第一の走査線上のスイッチングTFTのゲートをオープンにし、これと同期して、第一のデータ線に所定のデータ電圧を入力する。これにより、第一の走査線上のドライビングTFTのゲートはオープンになるが、各電流供給線に配置されたTFTのゲートが全て閉じられているため、第一の走査線上の有機EL素子には電流が流れない。次に、第一の電流供給線に配置されたTFTのゲートをオープンにする。これにより、有機EL素子(1, 1)のみに電流が流れる。このときの電流を電流測定素子により測定する。この後、順次第二の電流供給線に配置されたTFT、第三の電流供給線に配置されたTFT、・・・とゲートをオープンにし、このときに各有機EL素子に流れる電流を測定することにより、第一の走査線上の各有機EL素子に流れる電流値を1つの電流測定素子により測定することができる。この後、再び第一の走査線を走査して、各データ線を通して有機EL素子が0階調となるデータ電圧を入力する。そして、第二の走査線、第三の走査線、・・・と順次以上の処理を繰り返すことにより各有機EL素子に流れる電流値を全て測定することが可能になる。

【0064】このようにして得られた各有機EL素子に流れる電流値をメモリに保存し、これに基づいて上記実施形態1に示したようにデータ電圧を補正することにより、均一な階調表示を得ることができる。

【0065】なお、上記実施形態では、電気光学素子として有機EL素子を用いた電気光学装置の例について説明したが、本発明は、無機EL素子を用いた電気光学装置に対しても適用可能である。

【0066】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、アクティブマトリクス構成の有機EL素子において、各電流供給線毎に電流測定素子を設けた場合でも、各有機EL素子に流れる電流を測定し、この電流値を用いて輝度ばらつきを補正することができる。さらに、電流測定



素子を1つだけ設けた場合でも、各有機EL素子に流れる電流を測定し、この電流値を用いて輝度ばらつきを補正することができる。従って、各画素毎に電流測定素子を配置する必要があった従来技術に比べて、開口率を向上し、回路構成を簡略化して歩留まりを向上させることができる。さらに、電流測定素子の特性ばらつきによる電流測定ばらつきを防いで正確に電流検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一般的な有機EL素子の構造を示す概略断面図である。

【図2】有機EL素子の特性を示すグラフであり、(a)は印加電圧と輝度との関係を示し、(b)は印加電圧と電流との関係を示し、(c)は印加電圧と発光効率との関係を示す。

【図3】一般的な単純マトリクス構成の有機ELパネルの構成を示す回路図である。

【図4】一般的なアクティブマトリクス構成の有機ELパネルの構成を示す回路図である。

【図5】一般的なアクティブマトリクス構成の有機ELパネルの基本単位を示す詳細図である。

【図6】実施形態1の有機ELパネルの構成を示す回路図である。

【図7】実施形態1において、電流測定素子により測定された、各有機EL素子に流れる電流量を示すグラフである。

【図8】一般的なTFTにおけるゲート電圧と電流量の関係を示すグラフである。

【図9】一般的なTFTにおいて、素子特性がばらつい

た場合のゲート電圧と電流量の関係を示すグラフである。

【図10】図6に示した有機EL(1,1)、有機EL(1,2)および有機EL(1,3)のゲート電圧 $V_g$ における電流量を示すグラフである。

【図11】図6に示した有機EL(1,1)、有機EL(1,2)および有機EL(1,3)のドライビングTFTの特性を示すグラフである。

【図12】輝度測定の方法を説明するための図である。

【図13】走査線方向に沿った方向の有機ELの輝度ばらつきを示すグラフである。

【図14】有機ELの電流-輝度特性を示すグラフである。

【図15】図6に示した有機EL(1,1)、(2,1)のドライビングTFTの特性を示すグラフである。

【図16】実施形態2の有機ELパネルの構成を示す回路図である。

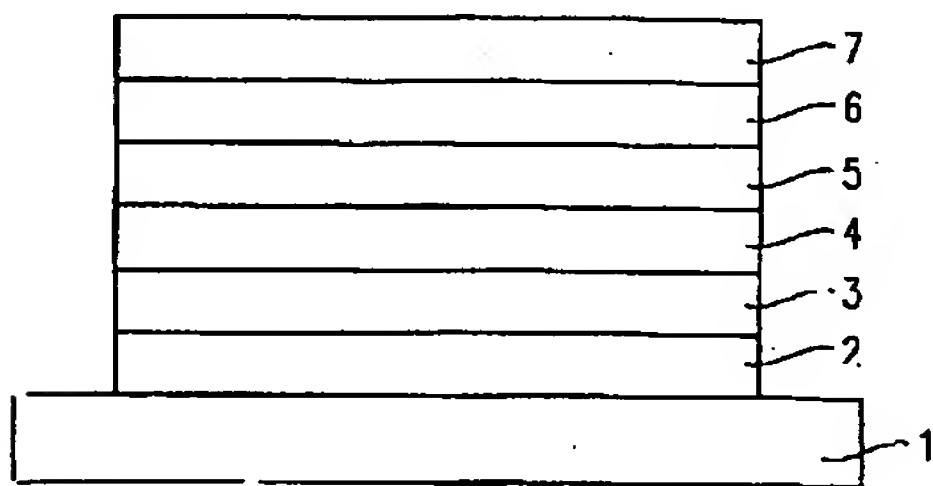
【図17】実施形態3の有機ELパネルの構成を示す回路図である。

【図18】実施形態で用いる電流測定素子の構成の一例を示す図である。

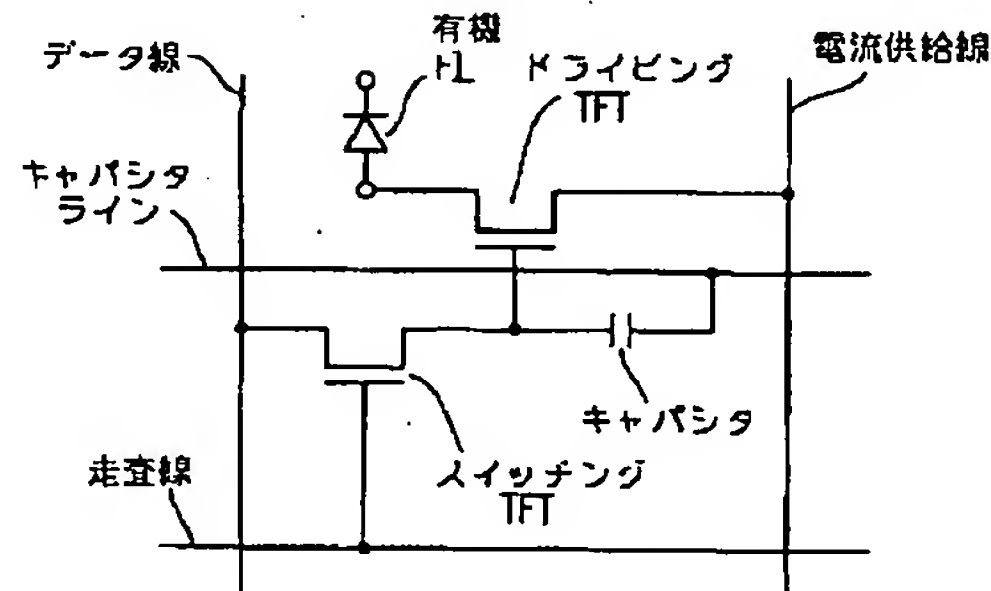
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔注入層
- 4 正孔輸送層
- 5 発光層
- 6 電子輸送層
- 7 陰極

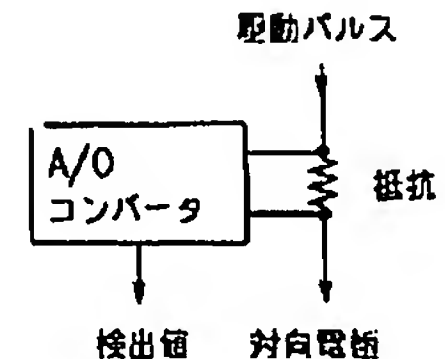
【図1】



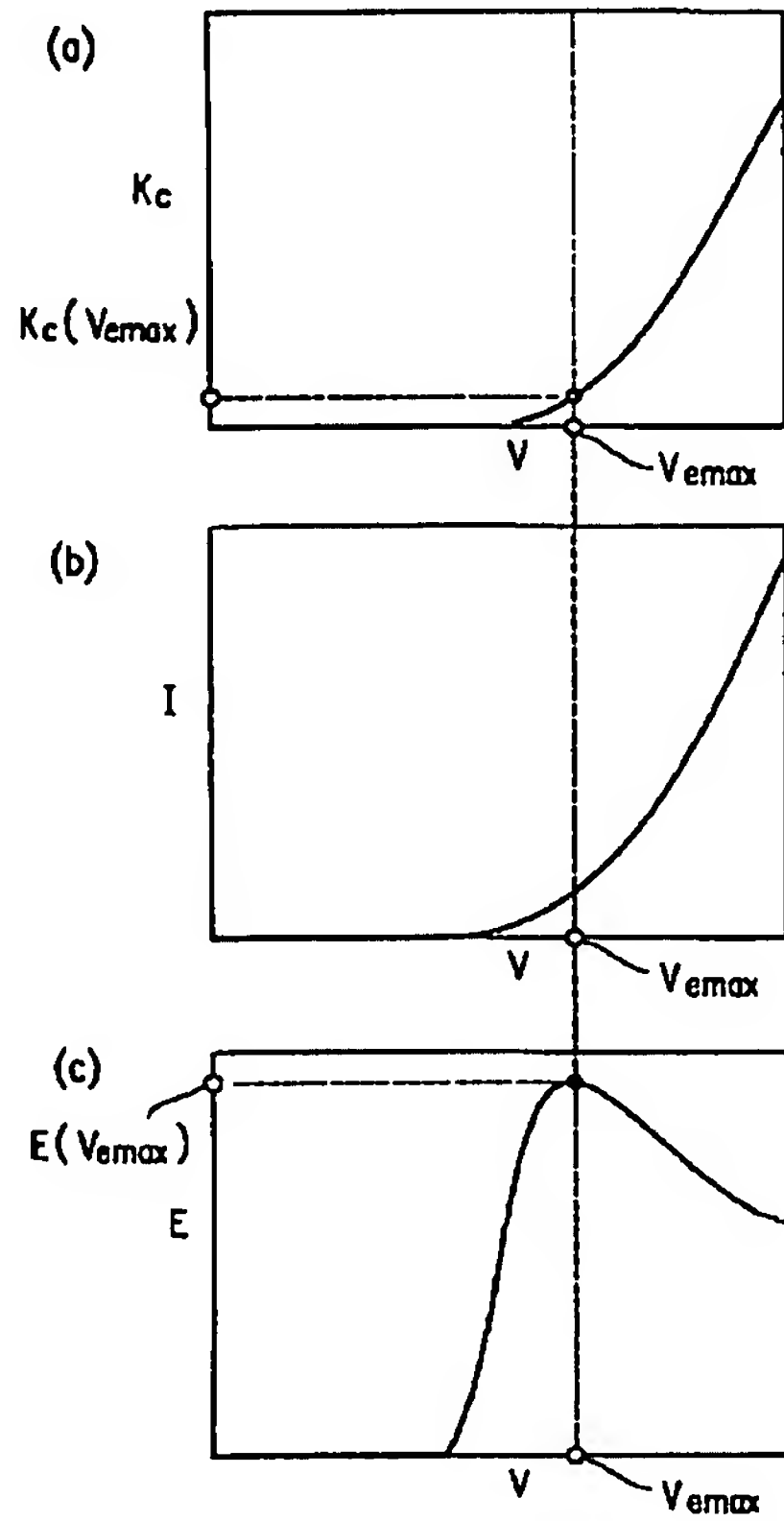
【図5】



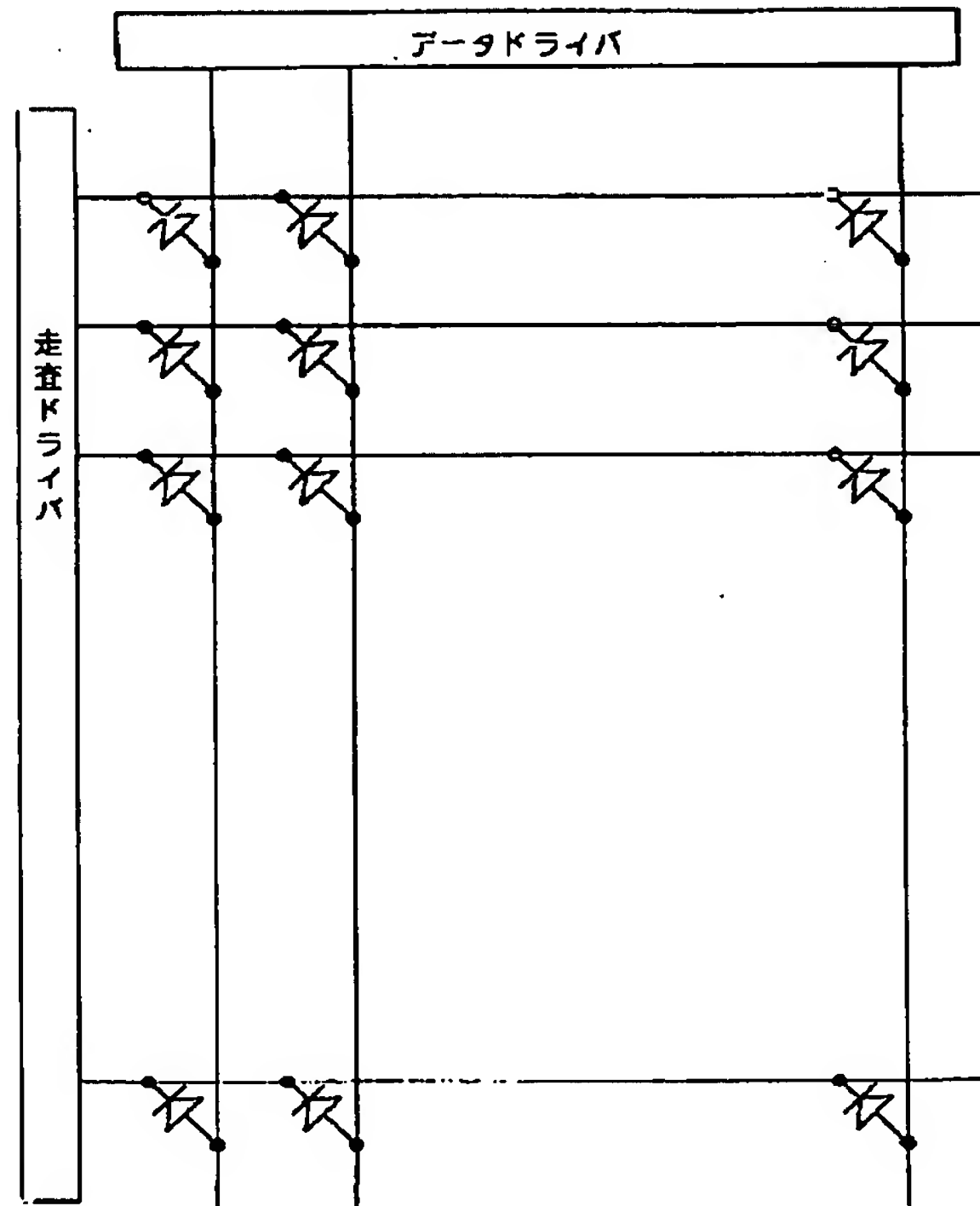
【図18】



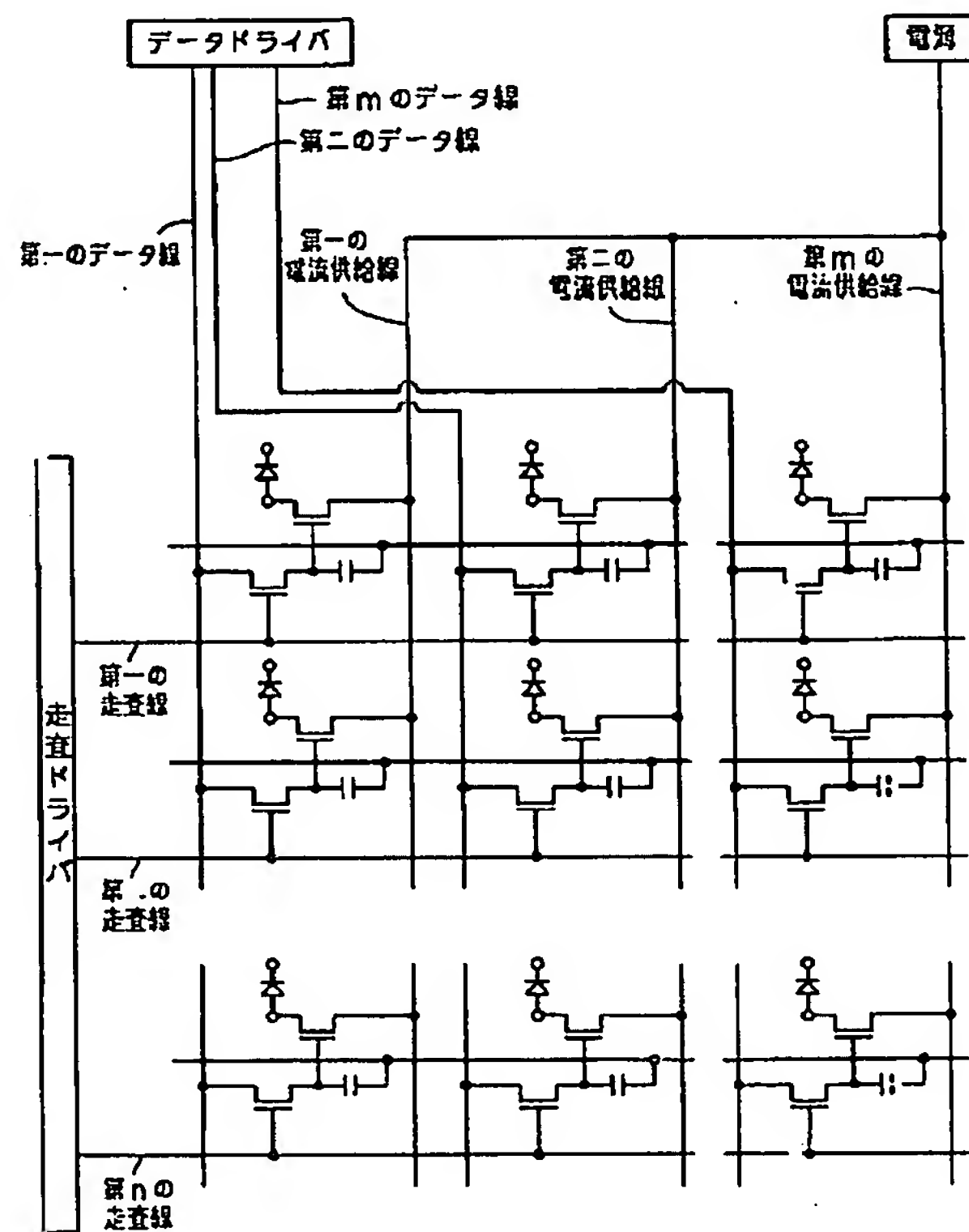
【図2】



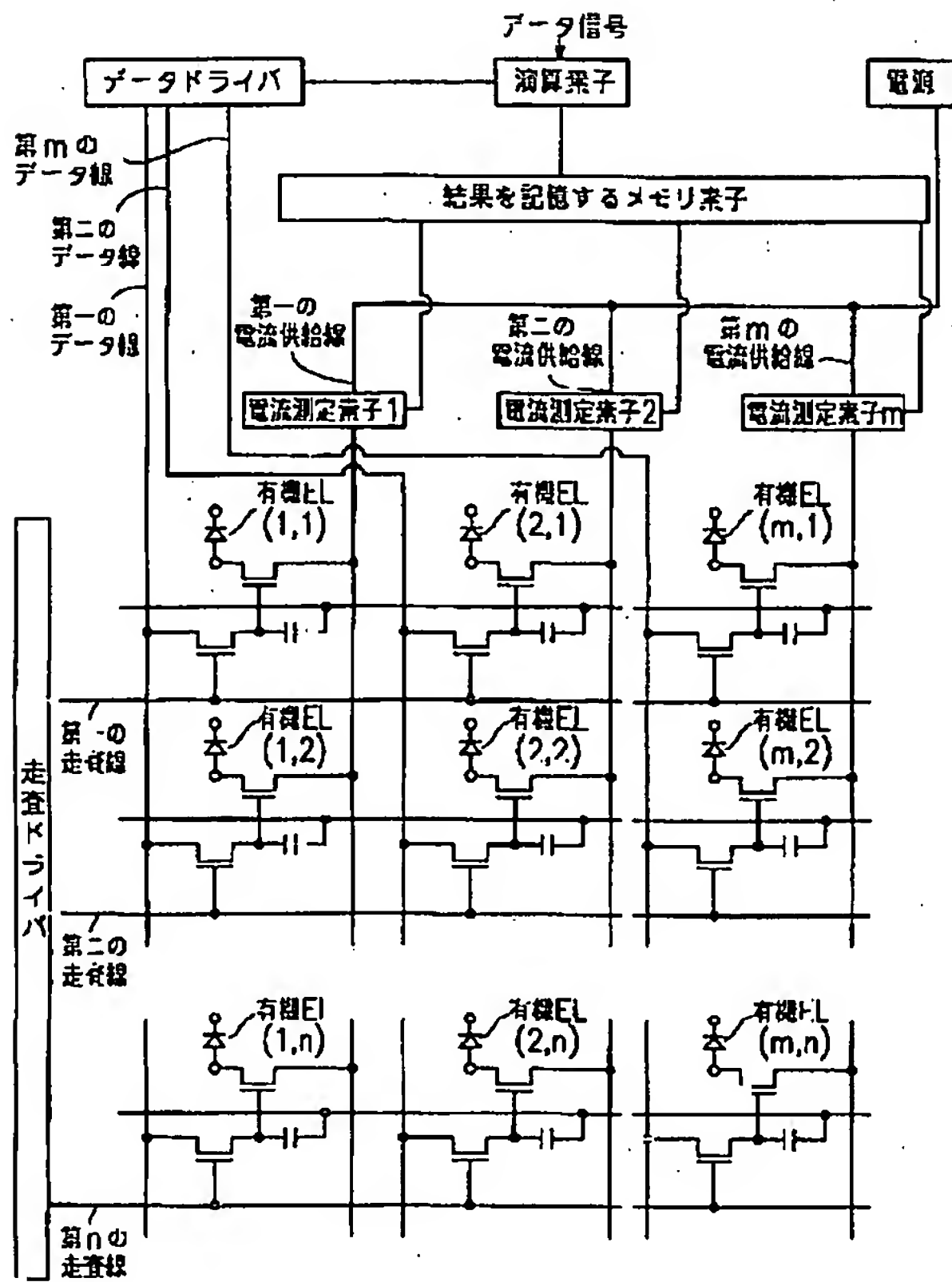
【図3】



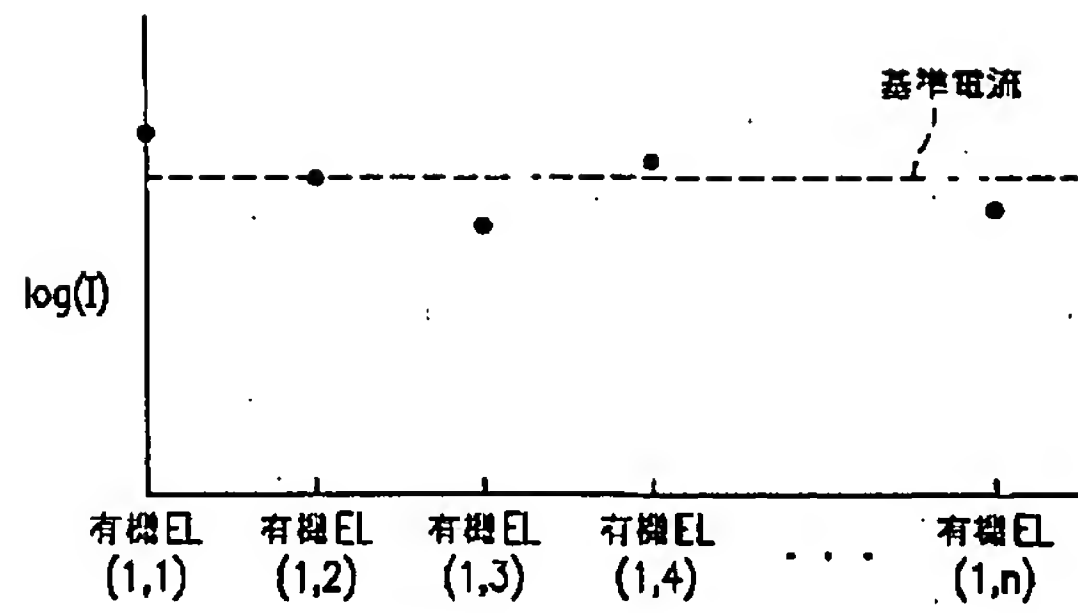
【図4】



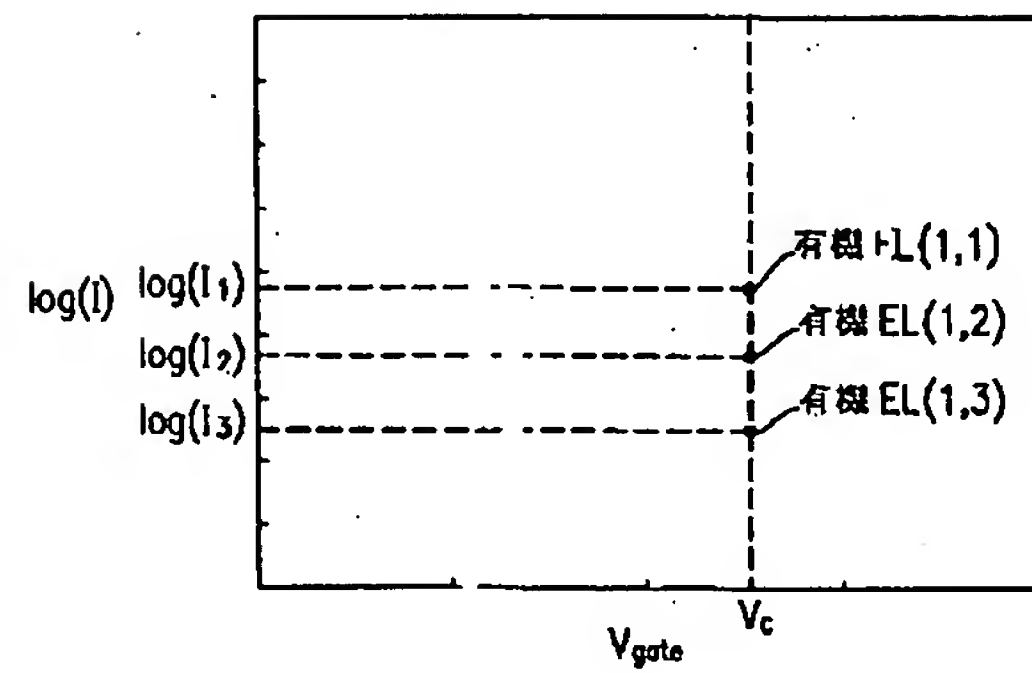
【図6】



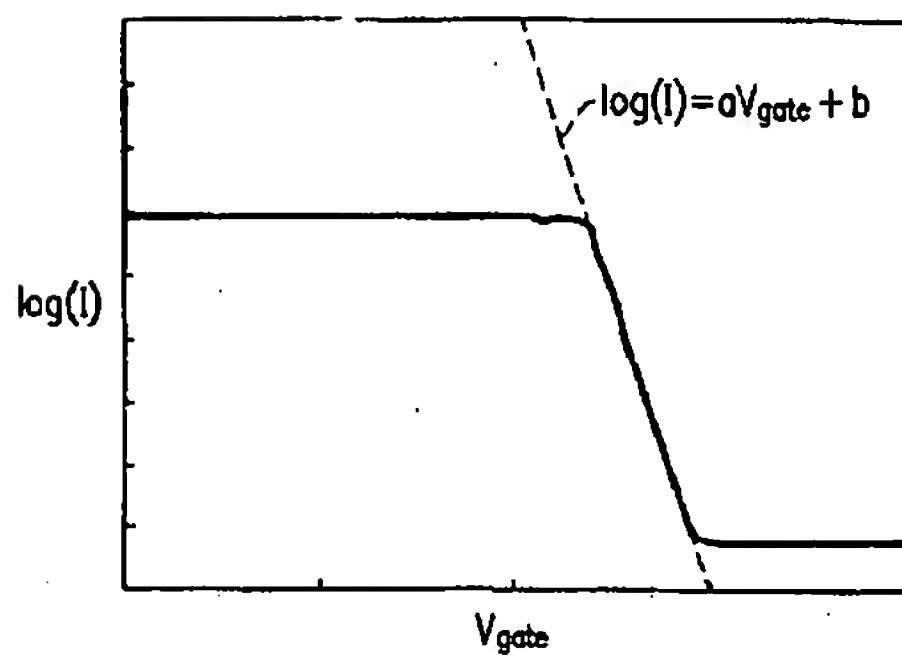
【図7】



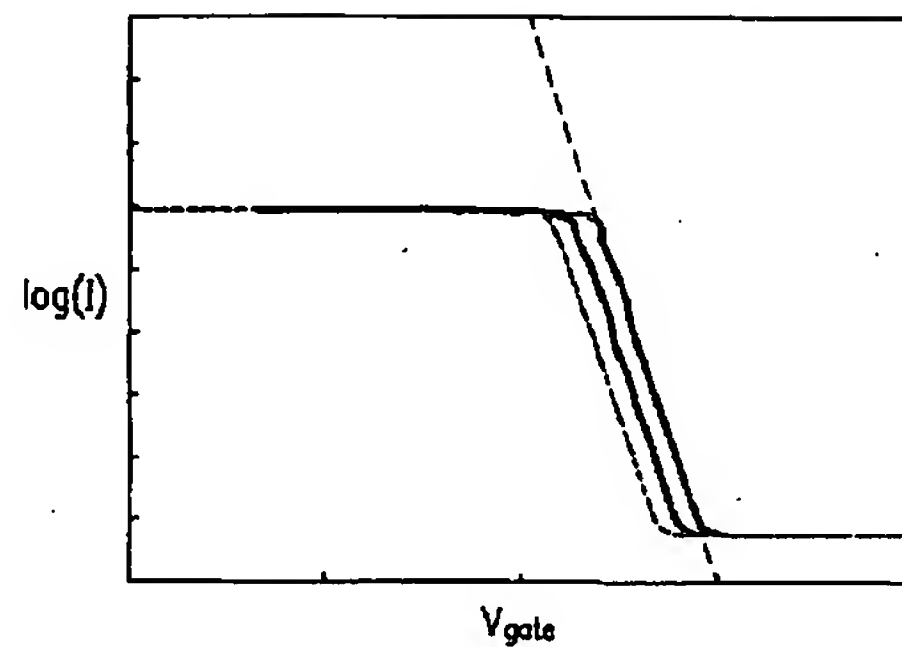
【図10】



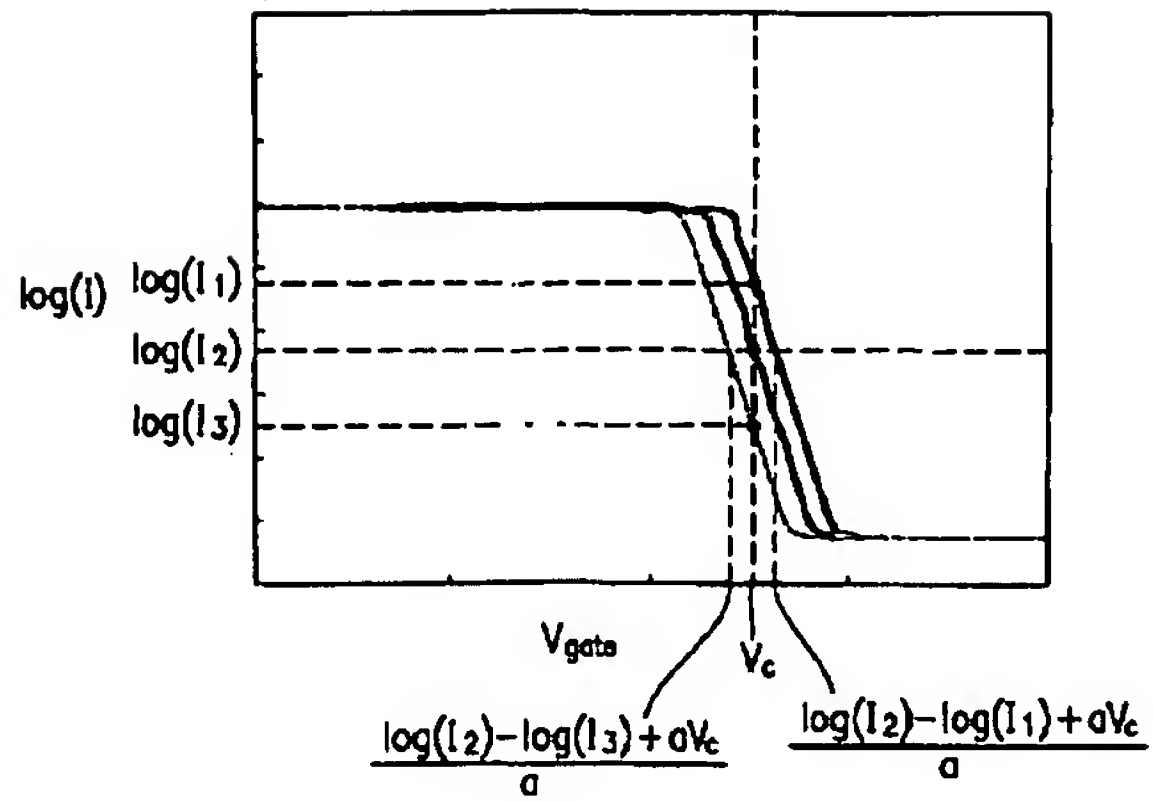
【図8】



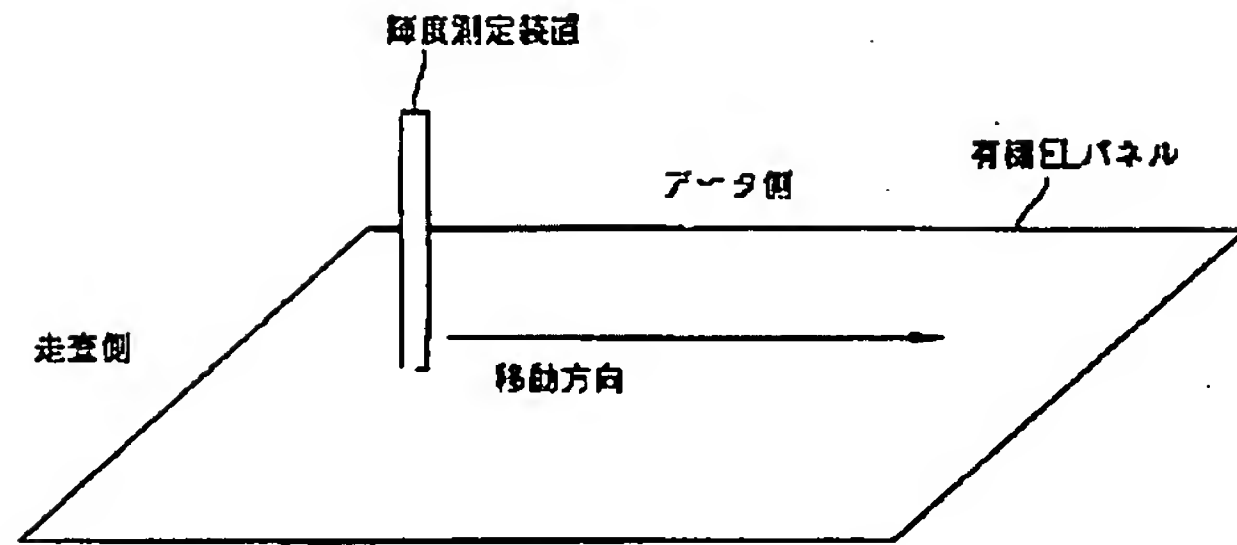
【図9】



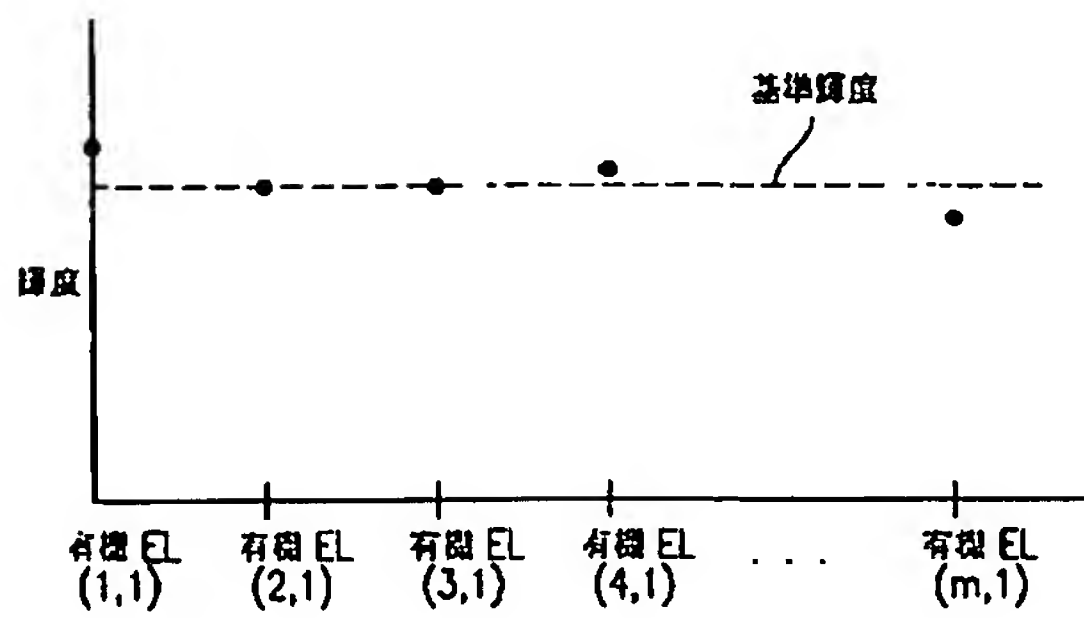
【図 1 1】



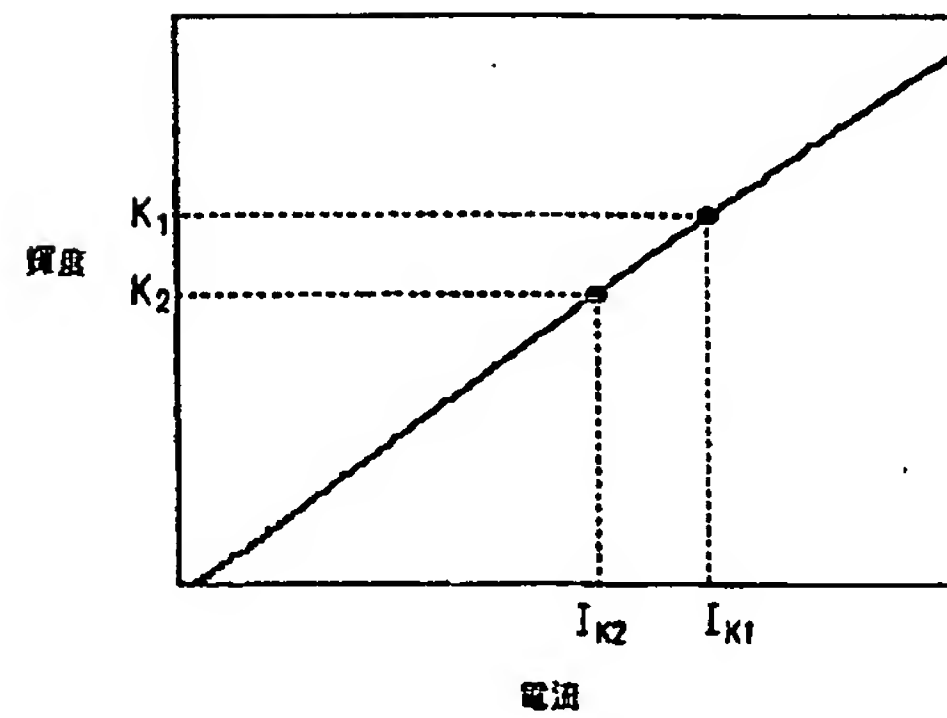
【図 1 2】



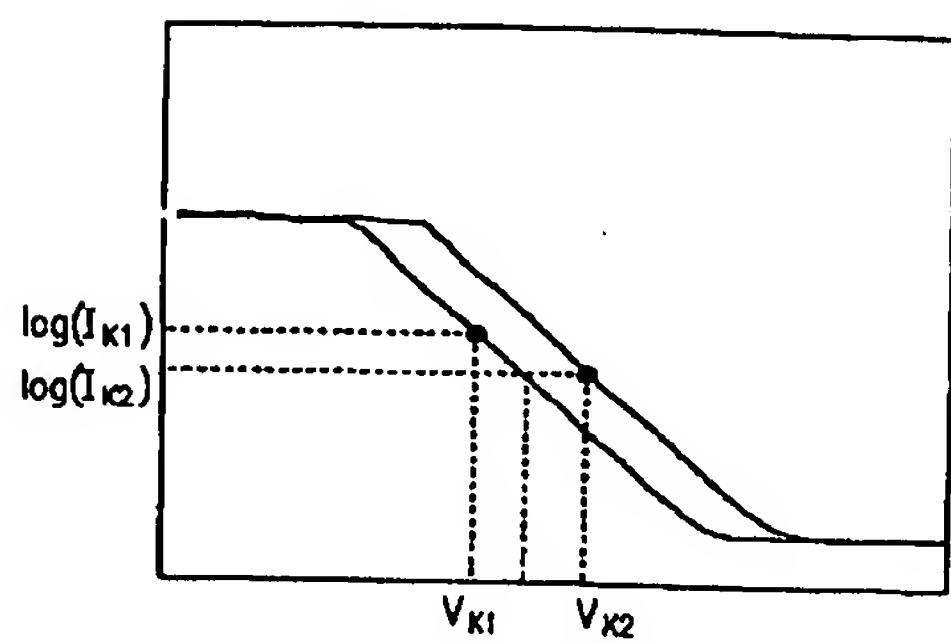
【図 1 3】



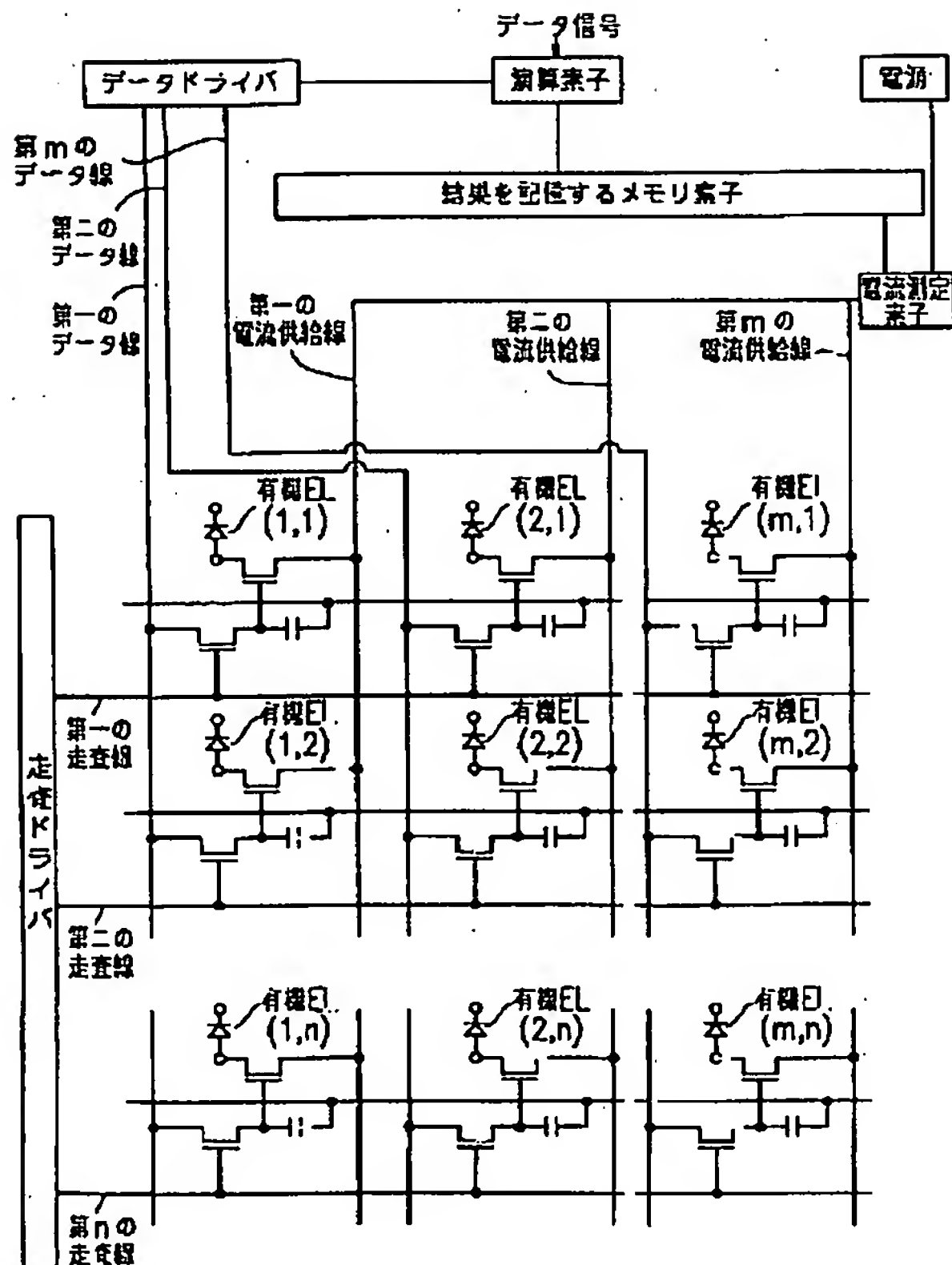
【図 1 4】



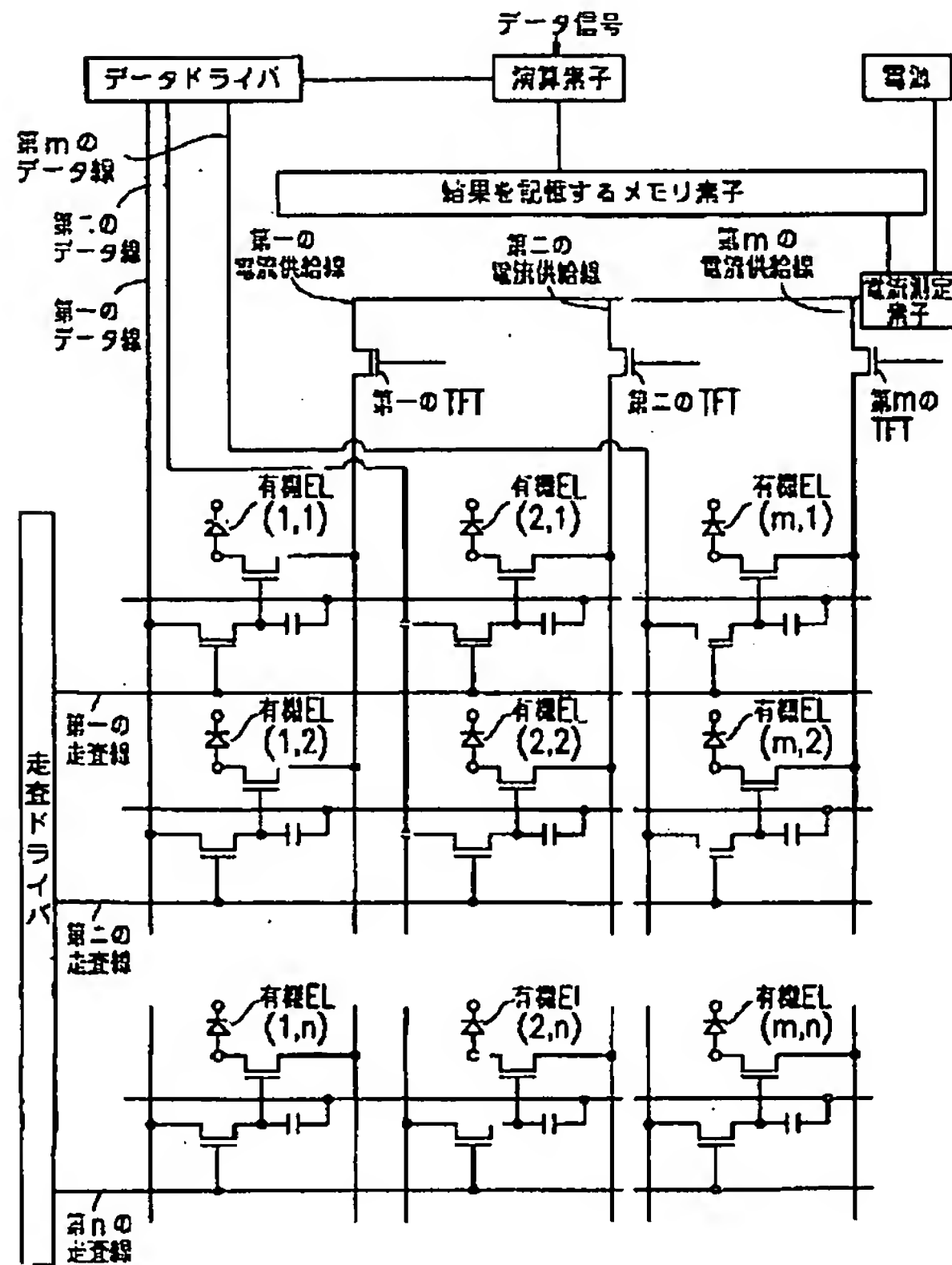
【図 1 5】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 信行  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤーフ株式会社内

(72)発明者 向殿 充浩  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤーフ株式会社内

Fターム(参考) 5C080 AA06 BB05 DD05 EE28 FF11  
JJ02 JJ03 JJ05